



Please type a plus sign inside this box



Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

PTO/SB/21 (08-00)
Approved for use through 10/31/2002. OMB 0651-0031

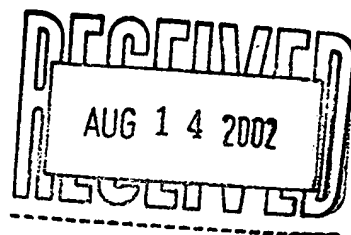
U.S. Patent and Trademark Office: U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

#2
N
08/15/02

TRANSMITTAL FORM (to be used for all correspondence after initial filing)	Application Number	10/053,560
	Filing Date	January 24, 2002
	First Named Inventor	Yoshiharu Maeno
	Group Art Unit	2874
	Examiner Name	Not Yet Assigned
Total Number of Pages in This Submission	Attorney Docket Number	G0126.0215/0US0

ENCLOSURES (check all that apply)		
<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment/Reply <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/ Incomplete Application <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Assignment Papers (for an Application) <input type="checkbox"/> Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Request for Refund <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to Group <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below)
<div>RECEIVED JUN 10 2002 2800 MAIL ROOM</div>		
Remarks		

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT	
Firm or Individual Name	DICKSTEIN SHAPIRO MORIN & OSHINSKY LLP Steven I. Weisburd
Signature	
Date	June 6, 2002





Docket No.: G0126.0215/0US0

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of: Yoshiharu Maeno

Application No.: 10/053,560

Group Art Unit: 2874

Filed: January 24, 2002

Examiner: Not Yet Assigned

For: COMMUNICATION NETWORK,
WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEX
TRANSMISSION EQUIPMENT, OPTICAL
SWITCH EQUIPMENT, AND OPTICAL
ATTRIBUTE/STATE ADMINISTERING
METHOD FOR THEM

RECEIVED
JUN 10 2002
CC 2800 MAIL ROOM

CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Dear Sir:

Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following
prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Japan	2001-015168	January 24, 2001

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is
filed herewith.

Dated: June 6, 2002

Respectfully submitted,

By

Steven I. Weisburd

Registration No.: 27,409

DICKSTEIN SHAPIRO MORIN &
OSHINSKY LLP

1177 Avenue of the Americas

41st Floor

New York, New York 10036-2714

(212) 835-1400

Attorneys for Applicant



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

US

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 1月24日

出願番号

Application Number:

特願2001-015168

出願人

Applicant(s):

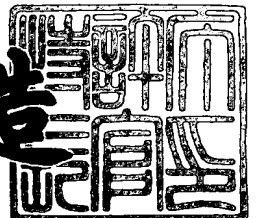
日本電気株式会社

RECEIVED
JUN 10 2002
TC 2800 MAIL ROOM

2001年10月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3094697

【書類名】 特許願

【整理番号】 33509816

【提出日】 平成13年 1月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04J 14/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 前野 義晴

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100088812

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 ▲柳▼川 信

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 030982

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9001833

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 通信ネットワーク、波長多重装置、光スイッチ装置及びそれらに用いる光リンク属性・状態管理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 相互接続される複数の光通信装置からなる通信ネットワークであって、

隣接する第 1 及び第 2 の光通信装置のうち的一方の出力インタフェースから前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうち他方の入力インタフェースへ至るすべての光リンクにおいて前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェース間に前記光リンクに沿って前記光リンク毎に設けられた片方向インバンド制御チャンネルと、

前記第 1 及び第 2 の光通信装置間に設けられたアウトバンド制御チャンネルとを有し、

前記第 1 及び第 2 の光通信装置は、前記片方向インバンド制御チャンネル及び前記アウトバンド制御チャンネルを終端する制御チャンネル終端部と、前記制御チャンネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを有することを特徴とする通信ネットワーク。

【請求項 2】 相互接続される複数の光通信装置からなる通信ネットワークであって、

隣接する第 1 及び第 2 の光通信装置のうち一方の出力インタフェースから前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうち他方の入力インタフェースへ至るすべての下り方向光リンクにおいて前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースとの間に前記下り方向光リンクに沿って前記下り方向光リンク毎に設けられた第 1 の片方向インバンド制御チャンネルと、

前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうち他方の出力インタフェースから前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうち一方の入力インタフェースへ至るすべての上り方向光リンクにおいて前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースとの間に前記上り方向光リンクに沿って前記上り方向光リンク毎に設けられかつ前記下り

方向光リンクにおける制御チャネルとは反対方向の第 2 の片方向インバンド制御チャネルとを有し、

前記第 1 及び第 2 の光通信装置は、前記第 1 及び第 2 の片方向インバンド制御チャネル各々を終端する制御チャネル終端部と、前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを有することを特徴とする通信ネットワーク。

【請求項 3】 相互接続される複数の光通信装置からなる通信ネットワークであって、

隣接する第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの一方の出力インタフェースから前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの他方の入力インタフェースへ至るすべての光リンクにおいて前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースとの間に前記光リンクに沿って前記光リンク毎に設けられた双方向インバンド制御チャネルを有し、

前記第 1 及び第 2 の光通信装置は、前記双方向インバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを有することを特徴とする通信ネットワーク。

【請求項 4】 前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの少なくとも一方が光スイッチ装置であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか記載の通信ネットワーク。

【請求項 5】 前記第 1 及び第 2 の光通信装置各々が光スイッチ装置であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか記載の通信ネットワーク。

【請求項 6】 前記光スイッチ装置は、光－電気変換を使用しないトランスペアレント光スイッチデバイスを用いるよう構成したことを特徴とする請求項 4 または請求項 5 記載の通信ネットワーク。

【請求項 7】 前記光スイッチ装置は、出力波長可変な複数の波長変換器で構成された波長スイッチデバイスを用いるよう構成したことを特徴とする請求項 4 または請求項 5 記載の通信ネットワーク。

【請求項 8】 前記光リンク上のデータチャネルの信号波長帯と前記片方向

インバンド制御チャネルの信号波長帯とが異なり、

前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースがすべての光リンクにおいて前記異なる 2 つの波長帯を分離・多重する波長多重カプラを含むことを特徴とする請求項 1 と請求項 2 と請求項 4 から請求項 7 とのいずれか記載の通信ネットワーク。

【請求項 9】 前記光リンク上のデータチャネルの信号波長帯と前記片方向インバンド制御チャネルの信号波長帯とが同一で、

前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースがすべての光リンクに設けられた 1×2 光スイッチを含み、

前記 1×2 光スイッチを切替えることで前記光リンクをデータ伝送中にデータチャネルとして使用しかつそれ以外の時に制御チャネルとして使用するようにしたことを特徴とする請求項 1 と請求項 2 と請求項 4 から請求項 7 とのいずれか記載の通信ネットワーク。

【請求項 10】 前記片方向インバンド制御チャネルに制御メッセージを伝送するための光送信器及び光受信器のいずれかにおいて、1 つの光送信器及び 1 つの光受信器のいずれかが接続された $1 \times N$ (N は正の整数) 光スイッチを一定時間毎に切替え、 N 本の片方向制御チャネルの間で前記光送信器及び前記光受信器のいずれかを時分割共有するようにしたことを特徴とする請求項 8 または請求項 9 記載の通信ネットワーク。

【請求項 11】 前記光リンク制御部が、それぞれの装置において前記光リンク毎に前記光リンクの属性項目とその属性値とを規定するそれぞれの光リンク属性表を管理し、

前記それぞれの光リンク属性表を制御メッセージに格納して相互に交換し、前記それぞれの光リンク属性表の属性項目毎に属性値を比較し、前記属性値の共通部分を収拾することで前記光リンクの属性を発見し、

前記属性が発見されていない光リンクを初期状態とし、

前記属性の発見に成功した光リンクを使用可能状態とし、

前記属性値の共通部分が存在せずに前記属性の発見が失敗した光リンクをエラーとして使用不能状態として、

前記光リンク毎に状態管理を行うようにしたことを特徴とする請求項 1 から請求項 1 0 のいずれか記載の通信ネットワーク。

【請求項 1 2】 前記光リンク制御部が管理する光リンク属性表において、前記光リンクの属性項目として少なくとも装置番号、インタフェース番号、波長、信号速度、信号フォーマットを含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 1 0 のいずれか記載の通信ネットワーク。

【請求項 1 3】 前記光リンク制御部が管理する光リンク属性表の属性項目の共通部分を収拾することによって発見した光リンクの属性において、前記属性項目として少なくとも出力装置番号、出力インタフェース番号、波長、信号速度、信号フォーマット、入力装置番号、入力インタフェース番号を含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 1 0 のいずれか記載の通信ネットワーク。

【請求項 1 4】 前記属性項目として前記光リンクを構成する光ファイバの物理的な特性を含むことを特徴とする請求項 1 2 または請求項 1 3 記載の通信ネットワーク。

【請求項 1 5】 波長多重伝送装置を介してインタフェースが相互接続される複数の光通信装置からなる通信ネットワークであって、

少なくとも 1 組以上の対向する波長多重伝送装置と前記対向する波長多重伝送装置の間の任意数の光増幅中継器とからなる光多重セクションを介して隣接する第 1 及び第 2 の光通信装置のうち的一方の出力インタフェースから前記光多重セクションを経て前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの他方の入力インタフェースへ至るすべての光リンクにおいて前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースとそのインタフェースに接続された波長多重伝送装置のポートとの間に前記光リンクに沿って前記光リンク毎に設けられた第 1 の片方向インバンド制御チャンネルと、

前記光多重セクション内部において前記対向する波長多重伝送装置のうち的一方の波長多重伝送装置の出力ポートと他方の波長多重伝送装置の入力ポートとの間に前記光リンクに沿って設けられた第 2 の片方向インバンド制御チャンネルと、

前記第 1 及び第 2 の光通信装置間に設けられたアウトバンド制御チャンネルとを有し、

前記第 1 及び第 2 の光通信装置は、前記第 1 の片方向インバンド制御チャネルと前記アウトバンド制御チャネルとを終端する制御チャネル終端部と、前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを有し、

前記対向する波長多重伝送装置は、前記第 1 及び第 2 の片方向インバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを有することを特徴とする通信ネットワーク。

【請求項 1 6】 波長多重伝送装置を介してインタフェースが相互接続される複数の光通信装置からなる通信ネットワークであって、

下り方向及び上り方向それぞれの信号を伝送する少なくとも 1 組以上の対向する波長多重伝送装置と前記対向する波長多重伝送装置の間の任意数の光増幅中継器とからなる光多重セクションを介して隣接する第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの一方の光通信装置の出力インタフェースから前記光多重セクションを経て前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの他方の光通信装置の入力インタフェースへ至るすべての下り方向光リンクにおいて前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースとそのインタフェースに接続された波長多重伝送装置のポートとの間に前記下り方向光リンクに沿って前記下り方向光リンク毎に設けられた第 1 の片方向インバンド制御チャネルと、

前記光多重セクション内部において前記下り方向の信号を伝送する前記対向する波長多重伝送装置のうちの一方の波長多重伝送装置の出力ポートと他方の波長多重伝送装置の入力ポートとの間に前記下り方向光リンクに沿って設けられた第 2 の片方向インバンド制御チャネルと、

前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの他方の光通信装置の出力インタフェースから前記光多重セクションを経て前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの一方の光通信装置の入力インタフェースへ至るすべての上り方向光リンクにおいて前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースとそのインタフェースに接続された波長多重伝送装置のポートとの間に前記上り方向光リンクに沿って前記上り方向光リンク毎に設けられかつ前記下り方向光リンクにおける制御チャネルとは反

対方向の第 3 の片方向インバンド制御チャネルと、

前記光多重セクション内部において前記上り方向の信号を伝送する前記対向する波長多重伝送装置のうちの一方の波長多重伝送装置の出力ポートと他方の波長多重伝送装置の入力ポートとの間に前記上り方向光リンクに沿って前記下り方向光リンクにおける制御チャネルとは反対方向に設けられた第 4 の片方向インバンド制御チャネルとを有し、

前記第 1 及び第 2 の光通信装置は、前記第 1 及び第 3 の片方向インバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを有し、

前記下り方向の信号を伝送する前記対向する波長多重伝送装置は、前記第 1 及び第 2 の片方向インバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを有し、

前記上り方向の信号を伝送する前記対向する波長多重伝送装置は、前記第 3 及び第 4 の片方向インバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを有することを特徴とする通信ネットワーク。

【請求項 17】 波長多重伝送装置を介してインタフェースが相互接続される複数の光通信装置からなる通信ネットワークであって、

少なくとも 1 組以上の対向する波長多重伝送装置と前記対向する波長多重伝送装置の間の任意数の光増幅中継器とからなる光多重セクションを介して隣接する第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの一方の光通信装置の出力インタフェースから前記光多重セクションを経て前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの他方の光通信装置の入力インタフェースへ至るすべての光リンクにおいて前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースとそのインタフェースに接続された波長多重伝送装置のポートとの間に前記光リンクに沿って前記光リンク毎に設けられた第 1 の双方向インバンド制御チャネルと、

前記光多重セクション内部において対向する波長多重伝送装置のうちの一方の波長多重伝送装置の出力ポートと他方の波長多重伝送装置の入力ポートとの間に前記光リンクに沿って設けられた第2の双方向インバンド制御チャネルとを有し

前記第1及び第2の光通信装置は、前記第1の双方向インバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを有し、

前記対向する波長多重伝送装置は、前記第1及び第2の双方向インバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを有することを特徴とする通信ネットワーク。

【請求項18】 前記第1及び第2の光通信装置のうちの少なくとも一方が光スイッチ装置であることを特徴とする請求項15から請求項17のいずれか記載の通信ネットワーク。

【請求項19】 前記第1及び第2の光通信装置各々が光スイッチ装置であることを特徴とする請求項15から請求項17のいずれか記載の通信ネットワーク。

【請求項20】 前記光スイッチ装置は、光-電気変換を使用しないトランスペアレント光スイッチデバイスを用いるよう構成したことを特徴とする請求項18または請求項19記載の通信ネットワーク。

【請求項21】 前記光スイッチ装置は、出力波長可変な複数の波長変換器で構成された波長スイッチデバイスを用いるよう構成したことを特徴とする請求項18または請求項19記載の通信ネットワーク。

【請求項22】 前記光リンク上のデータチャネルの信号波長帯と前記片方向インバンド制御チャネルの信号波長帯とが異なり、

前記第1及び第2の光通信装置のインタフェースと前記対向する波長多重伝送装置のポートとがすべての光リンクにおいて前記異なる2つの波長帯を分離・多重する波長多重カプラを含むことを特徴とする請求項15から請求項17のいず

れか記載の通信ネットワーク。

【請求項 2 3】 前記光リンク上のデータチャネルの信号波長帯と前記片方向インバンド制御チャネルの信号波長帯とが同一で、

前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースと前記対向する波長多重伝送装置のポートとがすべての光リンクに設けられた 1×2 光スイッチを含み、

前記 1×2 光スイッチを切替えることで前記光リンクをデータ伝送中にデータチャネルとして使用しかつそれ以外の時に制御チャネルとして使用するようにしたことを特徴とする請求項 1 5 から請求項 1 7 のいずれか記載の通信ネットワーク。

【請求項 2 4】 前記片方向インバンド制御チャネルに制御メッセージを伝送するための光送信器及び光受信器のいずれかにおいて、1 つの光送信器及び 1 つの光受信器のいずれかが接続された $1 \times N$ (N は正の整数) 光スイッチを一定時間毎に切替え、 N 本の片方向制御チャネルの間で前記光送信器及び前記光受信器のいずれかを時分割共有するようにしたことを特徴とする請求項 2 2 または請求項 2 3 記載の通信ネットワーク。

【請求項 2 5】 前記第 1 及び第 2 の光通信装置と前記対向する波長多重伝送装置とのそれぞれの光リンク制御部が、それぞれの装置において前記光リンク毎に前記光リンクの属性項目とその属性値とを規定するそれぞれの光リンク属性表を管理し、

前記それぞれの光リンク属性表を制御メッセージに格納して相互に交換し、前記それぞれの光リンク属性表の属性項目毎に属性値を比較し、前記属性値の共通部分を収拾することで前記光リンクの属性を発見し、

前記属性が発見されていない光リンクを初期状態とし、

前記属性の発見に成功した光リンクを使用可能状態とし、

前記属性値の共通部分が存在せずに前記属性の発見が失敗した光リンクをエラーとして使用不能状態として、

前記光リンク毎に状態管理を行うようにしたことを特徴とする請求項 1 5 から請求項 2 4 のいずれか記載の通信ネットワーク。

【請求項 2 6】 前記第 1 及び第 2 の光通信装置上の前記光リンク制御部が

管理する光リンク属性表において、前記光リンクの属性項目として少なくとも光スイッチ装置番号、インタフェース番号、波長、信号速度、信号フォーマットを含むことを特徴とする請求項15から請求項24のいずれか記載の通信ネットワーク。

【請求項27】 前記波長多重伝送装置上の前記光リンク制御部が管理する光リンク属性表において、前記光リンクの属性項目として少なくとも波長、信号速度、信号フォーマット、光多重セクショングループ番号を含むことを特徴とする請求項15から請求項24のいずれか記載の通信ネットワーク。

【請求項28】 前記光リンク制御部が管理する光リンク属性表の属性項目の共通部分を収拾することによって発見した光リンクの属性において、前記属性項目として少なくとも出力光スイッチ装置番号、出力インタフェース番号、波長、信号速度、信号フォーマット、光多重セクショングループ番号、入力光スイッチ装置番号、入力インタフェース番号を含むことを特徴とする請求項15から請求項24のいずれか記載の通信ネットワーク。

【請求項29】 前記属性項目として前記光多重セクション内部の前記対向する波長多重伝送装置間の距離を含むことを特徴とする請求項26から請求項28のいずれか記載の通信ネットワーク。

【請求項30】 前記属性項目として前記光リンクを構成する光ファイバの物理的な特性を含むことを特徴とする請求項26から請求項29のいずれか記載の通信ネットワーク。

【請求項31】 対向装置及び前記対向装置との間の任意数の光増幅中継器とともに光多重セクションを形成する波長多重伝送装置であって、

前記光多重セクション内部において前記対向装置の入出力ポートとの間に前記光多重セクションを経由するすべての光リンクに沿って設けられた片方向インバンド制御チャンネルと、

前記片方向インバンド制御チャンネルを終端する制御チャンネル終端部と、

前記制御チャンネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを有することを特徴とする波長多重伝送装置。

【請求項 3 2】 下り方向及び上り方向それぞれの信号を伝送する対向装置及び前記対向装置との間の任意数の光増幅中継器とともに光多重セクションを形成する波長多重伝送装置であって、

前記光多重セクション内部において前記対向装置の入出力ポートとの間に前記光多重セクションを経由するすべての下り方向光リンクに沿って設けられた第 1 の片方向インバンド制御チャネルと、

前記光多重セクション内部において前記対向装置の入出力ポートとの間に前記光多重セクションを経由するすべての上り方向光リンクに沿って前記下り方向光リンクにおける制御チャネルとは反対方向に設けられた第 2 の片方向インバンド制御チャネルと、

前記第 1 及び第 2 の片方向インバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、

前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを有することを特徴とする波長多重伝送装置。

【請求項 3 3】 対向装置及び前記対向装置との間の任意数の光増幅中継器とともに光多重セクションを形成する波長多重伝送装置であって、

前記光多重セクション内部において前記対向装置の入出力ポートとの間に前記光多重セクションを経由するすべての光リンクに沿って設けられた双方向インバンド制御チャネルと、

前記双方向インバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、

前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを有することを特徴とする波長多重伝送装置。

【請求項 3 4】 前記光リンク上のデータチャネルの信号波長帯と前記片方向インバンド制御チャネルの信号波長帯とが異なり、

前記ポートがすべての光リンクにおいて前記異なる 2 つの波長帯を分離・多重する波長多重カプラを含むことを特徴とする請求項 3 1 から請求項 3 3 のいずれか記載の波長多重伝送装置。

【請求項 3 5】 前記光リンク上のデータチャネルの信号波長帯と前記片方向インバンド制御チャネルの信号波長帯とが同一で、

前記ポートがすべての光リンクに設けられた 1×2 光スイッチを含み、

前記 1×2 光スイッチを切替えることで前記光リンクをデータ伝送中にデータチャネルとして使用しかつそれ以外の時に制御チャネルとして使用するようにしたことを特徴とする請求項 3 1 から請求項 3 3 のいずれか記載の波長多重伝送装置。

【請求項 3 6】 前記片方向インバンド制御チャネルに制御メッセージを送送するための光送信器及び光受信器のいずれかにおいて、1つの光送信器及び1つの光受信器のいずれかが接続された $1 \times N$ (N は正の整数) 光スイッチを一定時間毎に切替え、 N 本の片方向制御チャネルの間で前記光送信器及び前記光受信器のいずれかを時分割共有するようにしたことを特徴とする請求項 3 4 または請求項 3 5 記載の波長多重伝送装置。

【請求項 3 7】 前記光リンク制御部が、前記光リンク毎に前記光リンクの属性項目とその属性値とを規定するそれぞれの光リンク属性表を管理し、

前記それぞれの光リンク属性表を制御メッセージに格納して相互に交換し、前記それぞれの光リンク属性表の属性項目毎に属性値を比較し、前記属性値の共通部分を収拾することで前記光リンクの属性を発見し、

前記属性が発見されていない光リンクを初期状態とし、

前記属性の発見に成功した光リンクを使用可能状態とし、

前記属性値の共通部分が存在せずに前記属性の発見が失敗した光リンクをエラーとして使用不能状態として、

前記光リンク毎に状態管理を行うようにしたことを特徴とする請求項 3 1 から請求項 3 6 のいずれか記載の波長多重伝送装置。

【請求項 3 8】 前記光リンク制御部が管理する光リンク属性表において、前記光リンクの属性項目として少なくとも波長、信号速度、信号フォーマット、光多重セクショングループ番号を含むことを特徴とする請求項 3 1 から請求項 3 6 のいずれか記載の波長多重伝送装置。

【請求項 3 9】 前記光リンク制御部が管理する光リンク属性表の属性項目

の共通部分を收拾することによって発見した光リンクの属性において、前記属性項目として少なくとも出力光スイッチ装置番号、出力インタフェース番号、波長、信号速度、信号フォーマット、光多重セクショングループ番号、入力光スイッチ装置番号、入力インタフェース番号を含むことを特徴とする請求項31から請求項36のいずれか記載の波長多重伝送装置。

【請求項40】 前記属性項目として前記光多重セクション内部の前記対向する波長多重伝送装置間の距離を含むことを特徴とする請求項38または請求項39記載の波長多重伝送装置。

【請求項41】 前記属性項目として前記光リンクを構成する光ファイバの物理的な特性を含むことを特徴とする請求項38から請求項40のいずれか記載の波長多重伝送装置。

【請求項42】 相互接続される複数の光通信装置からなる通信ネットワークの光リンク属性・状態管理方法であって、発信元の第1の光通信装置の出力インタフェースから隣接する第2の光通信装置の入力インタフェースへ至る光リンクセクションを定義し、前記第1及び第2の光通信装置間に光リンク毎のインバンド制御チャネルを設け、前記インバンド制御チャネルを介して前記第1及び第2の光通信装置のインタフェースが規定する光リンク属性を制御メッセージとして相互に交換するようにしたことを特徴とする光リンク属性・状態管理方法。

【請求項43】 前記第1及び第2の光通信装置は、少なくとも一方が光スイッチ装置であることを特徴とする請求項42記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項44】 前記第1及び第2の光通信装置各々は光スイッチ装置であることを特徴とする請求項42記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項45】 前記光スイッチ装置は、光-電気変換を使用しないトランスペアレント光スイッチデバイスを用いるようにしたことを特徴とする請求項43または請求項44記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項46】 前記光スイッチ装置は、出力波長可変な複数の波長変換器で構成された波長スイッチデバイスを用いるようにしたことを特徴とする請求項43または請求項44記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 4 7】 前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうち的一方の出力インタフェースから前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの他方の入力インタフェースへ至るすべての光リンクにおいて前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェース間に前記光リンクに沿って前記光リンク毎に片方向インバンド制御チャネルを設け、

前記第 1 及び第 2 の光通信装置間にアウトバンド制御チャネルを設け、

前記片方向インバンド制御チャネル及び前記アウトバンド制御チャネルを制御チャネル終端部で終端し、

前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって光リンク制御部が前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行うようにしたことを特徴とする請求項 4 1 から請求項 4 6 のいずれか記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 4 8】 前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうち的一方の出力インタフェースから前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの他方の入力インタフェースへ至るすべての下り方向光リンクにおいて前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースとそのインタフェースに接続された波長多重伝送装置のポートとの間に前記下り方向光リンクに沿って前記下り方向光リンク毎に第 1 の片方向インバンド制御チャネルを設け、

前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの他方の出力インタフェースから前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの一方の入力インタフェースへ至るすべての上り方向光リンクにおいて前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェース間に前記上り方向光リンクに沿って前記上り方向光リンク毎に前記下り方向光リンクにおける制御チャネルとは反対方向の第 2 の片方向インバンド制御チャネルを設け、

前記第 1 及び第 2 の片方向インバンド制御チャネルを制御チャネル終端部で終端し、

前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって光リンク制御部が前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行うようにしたことを特徴とする請求項 4 1 から請求項 4 6 のいずれか記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項49】 前記第1及び第2の光通信装置のうちの一方向の出力インタフェースから前記第1及び第2の光通信装置のうちの他方の入力インタフェースへ至るすべての光リンクにおいて前記第1及び第2の光通信装置のインタフェース間に前記光リンクに沿って前記光リンク毎に双方向インバンド制御チャネルを設け、

前記双方向インバンド制御チャネルを制御チャネル終端部で終端し、

前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって光リンク制御部が前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行うようにしたことを特徴とする請求項41から請求項46のいずれか記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項50】 前記光リンク上のデータチャネルの信号波長帯と前記片方向インバンド制御チャネルの信号波長帯とが異なり、

前記第1及び第2の光通信装置のインタフェースがすべての光リンクにおいて前記異なる2つの波長帯を波長多重カプラで分離・多重するようにしたことを特徴とする請求項42から請求項48のいずれか記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項51】 前記光リンク上のデータチャネルの信号波長帯と前記片方向インバンド制御チャネルの信号波長帯とが同一で、

前記第1及び第2の光通信装置のインタフェースがすべての光リンクに設けられた1×2光スイッチを切替えることで前記光リンクをデータ伝送中にデータチャネルとして使用しかつそれ以外の時に制御チャネルとして使用するようにしたことを特徴とする請求項42から請求項48のいずれか記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項52】 前記片方向インバンド制御チャネルに制御メッセージを送送するための光送信器及び光受信器のいずれかにおいて、1つの光送信器及び1つの光受信器のいずれかが接続された1×N（Nは正の整数）光スイッチを一定時間毎に切替え、N本の片方向制御チャネルの間で前記光送信器及び前記光受信器のいずれかを時分割共有するようにしたことを特徴とする請求項50または請求項51記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 5 3】 前記光リンク制御部が、それぞれの装置において前記光リンク毎に前記光リンクの属性項目とその属性値とを規定するそれぞれの光リンク属性表を管理し、

前記それぞれの光リンク属性表を制御メッセージに格納して相互に交換し、前記それぞれの光リンク属性表の属性項目毎に属性値を比較し、前記属性値の共通部分を収拾することで前記光リンクの属性を発見し、

前記属性が発見されていない光リンクを初期状態とし、

前記属性の発見に成功した光リンクを使用可能状態とし、

前記属性値の共通部分が存在せずに前記属性の発見が失敗した光リンクをエラーとして使用不能状態として、

前記光リンク毎に状態管理を行うようにしたことを特徴とする請求項 4 2 から請求項 4 7 のいずれか記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 5 4】 前記光リンク制御部が管理する光リンク属性表において、前記光リンクの属性項目として少なくとも装置番号、インタフェース番号、波長、信号速度、信号フォーマットを含むことを特徴とする請求項 4 2 から請求項 5 2 のいずれか記載の通信ネットワーク。

【請求項 5 5】 前記光リンク制御部が管理する光リンク属性表の属性項目の共通部分を収拾することによって発見した光リンクの属性において、前記属性項目として少なくとも出力装置番号、出力インタフェース番号、波長、信号速度、信号フォーマット、入力装置番号、入力インタフェース番号を含むことを特徴とする請求項 4 2 から請求項 5 2 のいずれか記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 5 6】 前記属性項目として前記光リンクを構成する光ファイバの物理的な特性を含むことを特徴とする請求項 5 4 または請求項 5 5 記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 5 7】 波長多重伝送装置を介して相互接続される複数の光通信装置からなる通信ネットワークの光リンク属性・状態管理方法であって、発信元の第 1 の光通信装置の出力インタフェースから隣接する第 2 の光通信装置の入力インタフェースへ至る光リンクセクションを定義し、前記第 1 及び第 2 の光通信装

置と光多重セクションとの間に光リンクに沿って前記光リンク毎のインバンド制御チャネルを設け、前記インバンド制御チャネルを介して前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースが規定する光リンク属性と前記光多重セクションが規定する光リンク属性とを制御メッセージとして相互に交換するようにしたことを特徴とする光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 5 8】 前記第 1 及び第 2 の光通信装置は、前記光多重セクションを介して隣接して接続されかつ少なくとも一方が光スイッチ装置であることを特徴とする請求項 5 7 記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 5 9】 前記第 1 及び第 2 の光通信装置は、前記光多重セクションを介して隣接して接続されかつ各々が光スイッチ装置であることを特徴とする請求項 5 7 記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 6 0】 前記光スイッチ装置は、光－電気変換を使用しないトランスペアレント光スイッチデバイスを用いるようにしたことを特徴とする請求項 5 8 または請求項 5 9 記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 6 1】 前記光スイッチ装置は、出力波長可変な複数の波長変換器で構成された波長スイッチデバイスを用いるようにしたことを特徴とする請求項 5 8 または請求項 5 9 記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 6 2】 前記光多重セクションは、少なくとも 1 組以上の対向する波長多重伝送装置と前記対向する波長多重伝送装置の間の任意数の光増幅中継器とからなることを特徴とする請求項 5 7 から請求項 6 1 のいずれか記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 6 3】 前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの一方の光通信装置の出力インタフェースから前記光多重セクションを経て前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの他方の光通信装置の入力インタフェースへ至るすべての光リンクにおいて前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースとそのインタフェースに接続された波長多重伝送装置のポートとの間に前記光リンクに沿って前記光リンク毎に第 1 の片方向インバンド制御チャネルを設け、

前記光多重セクション内部において前記対向する波長多重伝送装置のうちの一方の波長多重伝送装置の出力ポートと他方の波長多重伝送装置の入力ポートとの

間に前記光リンクに沿って第2の片方向インバンド制御チャンネルを設け、

前記第1及び第2の光通信装置間にアウトバンド制御チャンネルを設け、

前記第1及び第2の光通信装置では、前記第1の片方向インバンド制御チャンネルと前記アウトバンド制御チャンネルとを制御チャンネル終端部で終端し、前記制御チャンネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって光リンク制御部が前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行い、

前記対向する波長多重伝送装置では、前記第1及び第2の片方向インバンド制御チャンネルを終端する制御チャンネル終端部と、前記制御チャンネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって光リンク制御部が前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行うようにしたことを特徴とする請求項62記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項64】 前記光多重セクションは、下り方向及び上り方向それぞれの信号を伝送する少なくとも1組以上の対向する波長多重伝送装置と前記対向する波長多重伝送装置の間の任意数の光増幅中継器とからなることを特徴とする請求項57から請求項61のいずれか記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項65】 前記第1及び第2の光通信装置のうちの一方の光通信装置の出力インタフェースから前記光多重セクションを経て前記第1及び第2の光通信装置のうちの他方の光通信装置の入力インタフェースへ至るすべての下り方向光リンクにおいて前記第1及び第2の光通信装置のインタフェースとそのインタフェースに接続された波長多重伝送装置のポートとの間に前記下り方向光リンクに沿って前記下り方向光リンク毎に第1の片方向インバンド制御チャンネルを設け

前記光多重セクション内部において前記下り方向の信号を伝送する前記対向する波長多重伝送装置のうちの一方の波長多重伝送装置の出力ポートと他方の波長多重伝送装置の入力ポートとの間に前記下り方向光リンクに沿って第2の片方向インバンド制御チャンネルを設け、

前記第1及び第2の光通信装置のうちの他方の光通信装置の出力インタフェースから前記光多重セクションを経て前記第1及び第2の光通信装置のうちの一方の光通信装置の入力インタフェースへ至るすべての上り方向光リンクにおいて前

記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースとそのインタフェースに接続された波長多重伝送装置のポートとの間に前記上り方向光リンクに沿って前記上り方向光リンク毎に前記下り方向光リンクにおける制御チャネルとは反対方向の第 3 の片方向インバンド制御チャネルを設け、

前記光多重セクション内部において前記上り方向の信号を伝送する前記対向する波長多重伝送装置のうちの一方の波長多重伝送装置の出力ポートと他方の波長多重伝送装置の入力ポートとの間に前記上り方向光リンクに沿って前記下り方向光リンクにおける制御チャネルとは反対方向に第 4 の片方向インバンド制御チャネルを設け、

前記第 1 及び第 2 の光通信装置では、前記第 1 及び第 3 の片方向インバンド制御チャネルを制御チャネル終端部で終端し、前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって光リンク制御部が前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行い、

前記下り方向の信号を伝送する前記対向する波長多重伝送装置では、前記第 1 及び第 2 の片方向インバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって光リンク制御部が前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行い、

前記上り方向の信号を伝送する前記対向する波長多重伝送装置では、前記第 3 及び第 4 の片方向インバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって光リンク制御部が前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行うようにしたことを特徴とする請求項 6 4 記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 6 6】 前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの一方の光通信装置の出力インタフェースから前記光多重セクションを経て前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの他方の光通信装置の入力インタフェースへ至るすべての光リンクにおいて前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースとそのインタフェースに接続された波長多重伝送装置のポートとの間に前記光リンクに沿って前記光リンク毎に設けられた第 1 の双方向インバンド制御チャネルと、

前記光多重セクション内部において対向する波長多重伝送装置の出力ポートと

入力ポートとの間に前記光リンクに沿って第2の双方向インバンド制御チャネルを設け、

前記第1及び第2の光通信装置は、前記第1の双方向インバンド制御チャネルを制御チャネル終端部で終端し、前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって光リンク制御部が前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行い、

前記対向する波長多重伝送装置では、前記第1及び第2の双方向インバンド制御チャネルを制御チャネル終端部で終端し、前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって光リンク制御部が前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行うようにしたことを特徴とする請求項62記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項67】 前記光リンク上のデータチャネルの信号波長帯と前記片方向インバンド制御チャネルの信号波長帯とが異なり、

前記第1及び第2の光通信装置のインタフェースと前記対向する波長多重伝送装置のポートとがすべての光リンクにおいて前記異なる2つの波長帯を波長多重カブラで分離・多重するようにしたことを特徴とする請求項57から請求項66のいずれか記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項68】 前記光リンク上のデータチャネルの信号波長帯と前記片方向インバンド制御チャネルの信号波長帯とが同一で、

前記第1及び第2の光通信装置のインタフェースと前記対向する波長多重伝送装置のポートとがすべての光リンクに設けられた1×2光スイッチを切替えることで前記光リンクをデータ伝送中にデータチャネルとして使用しかつそれ以外の時に制御チャネルとして使用するようにしたことを特徴とする請求項57から請求項66のいずれか記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項69】 前記片方向インバンド制御チャネルに制御メッセージを伝送するための光送信器及び光受信器のいずれかにおいて、1つの光送信器及び1つの光受信器のいずれかが接続された1×N（Nは正の整数）光スイッチを一定時間毎に切替え、N本の片方向制御チャネルの間で前記光送信器及び前記光受信器のいずれかを時分割共有するようにしたことを特徴とする請求項67または請

求項 6 8 記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 7 0】 前記第 1 及び第 2 の光通信装置と前記対向する波長多重伝送装置とのそれぞれの光リンク制御部が、それぞれの装置において前記光リンク毎に前記光リンクの属性項目とその属性値とを規定するそれぞれの光リンク属性表を管理し、

前記それぞれの光リンク属性表を制御メッセージに格納して相互に交換し、前記それぞれの光リンク属性表の属性項目毎に属性値を比較し、前記属性値の共通部分を収拾することで前記光リンクの属性を発見し、

前記属性が発見されていない光リンクを初期状態とし、

前記属性の発見に成功した光リンクを使用可能状態とし、

前記属性値の共通部分が存在せずに前記属性の発見が失敗した光リンクをエラーとして使用不能状態として、

前記光リンク毎に状態管理を行うようにしたことを特徴とする請求項 5 7 から請求項 6 9 のいずれか記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 7 1】 前記第 1 及び第 2 の光通信装置上の前記光リンク制御部が管理する光リンク属性表において、前記光リンクの属性項目として少なくとも光スイッチ装置番号、インタフェース番号、波長、信号速度、信号フォーマットを含むことを特徴とする請求項 5 7 から請求項 6 9 のいずれか記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 7 2】 前記波長多重伝送装置上の前記光リンク制御部が管理する光リンク属性表において、前記光リンクの属性項目として少なくとも波長、信号速度、信号フォーマット、光多重セクショングループ番号を含むことを特徴とする請求項 5 7 から請求項 6 9 のいずれか記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 7 3】 前記光リンク制御部が管理する光リンク属性表の属性項目の共通部分を収拾することによって発見した光リンクの属性において、前記属性項目として少なくとも出力光スイッチ装置番号、出力インタフェース番号、波長、信号速度、信号フォーマット、光多重セクショングループ番号、入力光スイッチ装置番号、入力インタフェース番号を含むことを特徴とする請求項 5 7 から請求項 6 9 のいずれか記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 7 4】 前記属性項目として前記光多重セクション内部の前記対向する波長多重伝送装置間の距離を含むことを特徴とする請求項 7 1 から請求項 7 3 のいずれか記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 7 5】 前記属性項目として前記光リンクを構成する光ファイバの物理的な特性を含むことを特徴とする請求項 7 1 から請求項 7 4 のいずれか記載の光リンク属性・状態管理方法。

【請求項 7 6】 自装置が属する光リンク内の各装置が持つ属性情報の共通部分を当該光リンクの属性情報を有することを特徴とする光スイッチ装置。

【請求項 7 7】 前記共通部分がない場合に当該光リンクをエラーとして扱うようにしたことを特徴とする請求項 7 6 記載の光スイッチ装置。

【請求項 7 8】 隣接する光通信装置に接続される光スイッチ装置であって

出力インタフェースから前記隣接する光通信装置の入力インタフェースへ至るすべての光リンクにおいて前記隣接する光通信装置とのインタフェース間に前記光リンク毎に設けられた片方向インバンド制御チャネルと、

前記隣接する光通信装置との間に設けられたアウトバンド制御チャネルと、

前記片方向インバンド制御チャネル及び前記アウトバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、

前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを有することを特徴とする光スイッチ装置。

【請求項 7 9】 隣接する光通信装置に接続される光スイッチ装置であって

出力インタフェースから前記隣接する光通信装置の入力インタフェースへ至るすべての下り方向光リンクにおいて前記隣接する光通信装置とのインタフェース間に前記下り方向光リンク毎に設けられた第 1 の片方向インバンド制御チャネルと、

前記隣接する光通信装置の出力インタフェースから自装置の入力インタフェースへ至るすべての上り方向光リンクにおいて前記隣接する光通信装置とのインタ

フェース間に前記上り方向光リンク毎に設けられかつ前記下り方向光リンクにおける制御チャネルとは反対方向の第 2 の片方向インバンド制御チャネルと、

前記第 1 及び第 2 の片方向インバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、

前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを有することを特徴とする光スイッチ装置。

【請求項 8 0】 隣接する光通信装置に接続される光スイッチ装置であって

出力インタフェースから前記隣接する光通信装置の入力インタフェースへ至るすべての光リンクにおいて前記隣接する光通信装置とのインタフェース間に前記光リンク毎に設けられた双方向インバンド制御チャネルと、

前記双方向インバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、

前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを有することを特徴とする光スイッチ装置。

【請求項 8 1】 光－電気変換を使用しないトランスペアレント光スイッチデバイスを用いるよう構成したことを特徴とする請求項 7 6 から請求項 8 0 のいずれか記載の光スイッチ装置。

【請求項 8 2】 出力波長可変な複数の波長変換器で構成された波長スイッチデバイスを用いるよう構成したことを特徴とする請求項 7 8 から請求項 8 0 のいずれか記載の光スイッチ装置。

【請求項 8 3】 前記光リンク上のデータチャネルの信号波長帯と前記片方向インバンド制御チャネルの信号波長帯とが異なり、

前記隣接する光通信装置とのインタフェースがすべての光リンクにおいて前記異なる 2 つの波長帯を分離・多重する波長多重カプラを含むことを特徴とする請求項 7 8 と請求項 7 9 と請求項 8 1 と請求項 8 2 とのいずれか記載の光スイッチ装置。

【請求項 8 4】 前記光リンク上のデータチャネルの信号波長帯と前記片方

向インバンド制御チャネルの信号波長帯とが同一で、

前記隣接する光通信装置とのインタフェースがすべての光リンクに設けられた
1×2 光スイッチを含み、

前記 1×2 光スイッチを切替えることで前記光リンクをデータ伝送中にデータ
チャネルとして使用しかつそれ以外の時に制御チャネルとして使用するようにし
たことを特徴とする請求項 7 8 と請求項 7 9 と請求項 8 1 と請求項 8 2 とのいず
れか記載の光スイッチ装置。

【請求項 8 5】 前記片方向インバンド制御チャネルに制御メッセージを伝
送するための光送信器及び光受信器のいずれかにおいて、1つの光送信器及び1
つの光受信器のいずれかが接続された 1×N（Nは正の整数）光スイッチを一定
時間毎に切替え、N本の片方向制御チャネルの間で前記光送信器及び前記光受信
器のいずれかを時分割共有するようにしたことを特徴とする請求項 8 3 または請
求項 8 4 記載の光スイッチ装置。

【請求項 8 6】 前記光リンク制御部が、前記光リンク毎に前記光リンクの
属性項目とその属性値とを規定する光リンク属性表を管理し、

前記光リンク属性表を前記隣接する光通信装置及び隣接する光スイッチ装置の
うちの一方と相互に交換し、

前記光リンク属性表の属性項目毎に属性値を比較し、

前記属性値の共通部分を収拾することで前記光リンクの属性を発見し、

前記属性値の共通部分が存在せずに前記属性の発見が失敗した光リンクをエラ
ーとして使用不能状態として、

前記光リンク毎に状態管理を行うようにしたことを特徴とする請求項 7 8 から
請求項 8 5 のいずれか記載の光スイッチ装置。

【請求項 8 7】 前記光リンク制御部が管理する光リンク属性表において、
前記光リンクの属性項目として少なくとも光スイッチ装置番号、インタフェース
番号、波長、信号速度、信号フォーマットを含むことを特徴とする請求項 7 8 か
ら請求項 8 5 のいずれか記載の光スイッチ装置。

【請求項 8 8】 前記光リンク制御部が管理する光リンク属性表の属性項目
の共通部分を収拾することによって発見した光リンクの属性において、前記属性

項目として少なくとも出力装置番号、出力インタフェース番号、波長、信号速度、信号フォーマット、入力装置番号、入力インタフェース番号を含むことを特徴とする請求項 7 8 から請求項 8 5 のいずれか記載の光スイッチ装置。

【請求項 8 9】 前記属性項目として前記光リンクを構成する光ファイバの物理的な特性を含むことを特徴とする請求項 8 7 または請求項 8 8 のいずれか記載の光スイッチ装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は通信ネットワーク、波長多重装置、光スイッチ装置及びそれらに用いる光リンク属性・状態管理方法に関し、特に波長多重伝送装置を使用して相互接続された多数の光スイッチ装置からなる通信ネットワークにおいて、トランスペアレント光スイッチ装置間の光リンクの属性と状態との管理方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、基幹光通信ネットワークとしては、光ファイバによって多数の光スイッチ装置がメッシュ状に相互接続されるネットワークがある。この光ファイバ上には波長多重伝送装置によって波長多重された信号が伝送される。一つの光ファイバ当たりの波長多重数は最大で 1 0 0 にまで及ぶ。

【0 0 0 3】

光スイッチ装置には 2 つの種類がある。それらのうちの一方はインタフェースにおいて、光－電気変換によっていったん光信号が電気信号に変換されるオパイク (opaque) 光スイッチ装置である。オパイク光スイッチ装置の電気信号処理では、信号速度がある一定値に制限される等の制約があるが、光スイッチ装置間で制御信号の交換を容易に行うことができるという特徴がある。

【0 0 0 4】

それらのうちの他方は光－電気変換を使用しないトランスペアレント (transparent) 光スイッチ装置である。トランスペアレント光スイッチ装置には波長多重された信号の一括スイッチングや、任意の信号速度や信号フォーマ

ットの信号に対するスイッチングが可能であるという特徴がある。反面、電気信号処理を介さないため、光スイッチ装置間での制御信号の交換が容易ではない。

【0005】

一部のインタフェースに対してトランスペアレント光スイッチ装置として機能する光スイッチ装置は、他のインタフェースで電気信号処理を行っていても、広い意味でのトランスペアレント光スイッチ装置とみなされる。通常、トランスペアレント光スイッチ装置は光ファイバの一部と見なされており、スイッチ装置としての切替動作はまれにしか行われぬ。

【0006】

光スイッチ装置は他の光スイッチ装置と相互接続されるだけでなく、SONET (synchronous optical network: 光同期伝送網) 多重・分離装置、ATM (asynchronous transfer mode: 非同期転送モード) スイッチ、IP (internet protocol) ルータ等の基幹光通信ネットワークのクライアントとなる装置とも接続される。

【0007】

基幹光通信ネットワークは一つ以上の波長を使用して、複数のクライアント装置の間に光パスを提供するサービスを実現する。光パスはクライアント装置の接続された入力光スイッチ装置から複数の中継光スイッチ装置を経由して、他のクライアント装置の接続された出力光スイッチ装置へ至るように設定される。

【0008】

このような基幹光通信ネットワークにおいては、光パスが多数の管理階層にしたがって管理される。管理階層にはクライアント装置間の光パスセクションと、波長変換器あるいは3R (reshaping, retiming, regeneration) 再生中継器間の光パス中継セクションと、波長多重伝送装置間の光多重セクション (optical-multiplex-section: OMS) と、光増幅中継器 (アンプ) 間の光伝送セクション (optical-transmission-section: OTS) とがある。

【0009】

これらの管理階層にしたがって、光パスの設定、開放、障害検出、障害回復等の管理が行われる。管理階層の例を図15に示す。波長変換器を備えたオペイク光スイッチ装置#1とオペイク光スイッチ装置#3との間に、波長 λ_1 の一つの光パス中継セクションが定義されている。この光パス中継セクションはトランスペアレント光スイッチ装置#2と2つの光多重セクションとを含む。

【0010】

図15において、オペイク光スイッチ装置#1とトランスペアレント光スイッチ装置#2との間は、波長変換器70～75と波長多重伝送装置91, 92と光増幅中継器#1とを介して接続され、トランスペアレント光スイッチ装置#2とオペイク光スイッチ装置#3との間は、波長多重伝送装置93, 94と光増幅中継器#2とを介して接続されている。尚、80～85は波長変換器を、90, 95は波長多重伝送装置をそれぞれ示している。このような管理階層にしたがってネットワークを管理する技術については、特開2000-183853号公報に開示されている。

【0011】

基幹光通信ネットワークにおいて、光パスはクライアント装置からの要求に基づいて動的に設定、開放される。各光スイッチ装置に搭載された経路制御ソフトウェアは、最短距離等の指標にしたがって、宛先クライアント装置の接続された光スイッチ装置へ至る最適な光パスの経路を計算し、宛先クライアント装置の接続された光スイッチ装置と光パスの経路を設定する自光スイッチ装置の出力インタフェースとの対応関係を記述した経路テーブルを作成する。

【0012】

計算された光パスの設定、開放は、管理層にしたがって階層毎に行われる。例えば、図15に示すシステムでは、光パス中継セクションにおける光パスの設定、開放を行うために、光パスに沿った中継光スイッチ装置1, 3を設定し、光パス中継セクションを波長 λ_1 に設定する。光スイッチ装置の設定は光スイッチ装置間に予め用意されている制御チャネル上で、光パスの宛先や識別番号に関する制御メッセージを相互に交換して実現する。このような制御チャネルの技術については、特開2000-004460号公報に開示されている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した従来の通信ネットワークでは、隣接する光スイッチ装置の間の区間を管理する管理階層が存在しないため、例えば、図15に示すように、光パス中継セクションの中にトランスペアレント光スイッチ装置が存在する場合でも、管理上、トランスペアレント光スイッチ装置が光パス中継セクションに敷設された光ファイバの一部と見なされてしまう。そのため、トランスペアレント光スイッチ装置のインタフェースと隣接する光スイッチ装置のインタフェースとの間の区間を、光リンクとして独立した管理対象と認識することができない。トランスペアレント光スイッチ装置も、上記の光リンクも、上述した光パスの設定、開放を行う際の設定対象として認識されない。

【0014】

また、光スイッチ装置の間に上記の光リンクとは別に予め用意されている制御チャネルでは、各光リンク毎に制御メッセージの交換を行うことができない。さらに、この制御チャネルは光スイッチ装置と光多重セクションに含まれる波長多重伝送装置との間には設定されていないため、光スイッチ装置と光多重セクションとの間で制御メッセージの交換を行うことができない。光スイッチ装置は、光多重セクションが規定する光リンクの属性に関する情報を入手することができない。したがって、従来の制御チャネルの技術を利用して、隣接する光スイッチ装置と光多重セクションとの双方によって規定される光リンクの属性の自動的な発見と状態の管理とを行うことはできない。

【0015】

さらに、光スイッチ装置間の光リンクの属性を発見することができないため、光スイッチ装置のインタフェース間の相互接続関係を自律的に発見することができず、経路制御ソフトウェアが経路テーブルを自動的に作成することができない。

【0016】

よって、隣接する2つの光スイッチ装置の少なくとも一方がトランスペアレント光スイッチ装置である場合には、光スイッチ装置の出力インタフェース（IF

）から光多重セクションを経て隣接する光スイッチ装置の入力インタフェースへと至る光リンクの属性を自動的に発見し、光リンク単位で状態を管理する手段が存在しないという問題がある。

【0017】

また、光スイッチ装置が他の光スイッチ装置へ至る光パスを設定する際に、どの出力インタフェースを使用すべきかを光スイッチ装置が自律的に決定することができず、宛先クライアント装置の接続された光スイッチ装置と光パスの経路を設定する自光スイッチ装置の出力インタフェースとの対応関係を記述した経路テーブルを手動で設定する必要があるという問題がある。

【0018】

そこで、本発明の目的は上記の問題点を解消し、隣接する2つの装置の少なくとも一方がトランスペアレント光スイッチ装置である場合に、光リンク毎の属性と光スイッチ装置のインタフェース間の相互接続関係とを自律的に発見することができ、光リンク単位で状態を管理することができる通信ネットワーク、波長多重装置、光スイッチ装置及びそれらに用いる光リンク属性・状態管理方法を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】

本発明による第1の通信ネットワークは、相互接続される複数の光通信装置からなる通信ネットワークであって、

隣接する第1及び第2の光通信装置のうちの一方向の出力インタフェースから前記第1及び第2の光通信装置のうち他方の入力インタフェースへ至るすべての光リンクにおいて前記第1及び第2の光通信装置のインタフェース間に前記光リンクに沿って前記光リンク毎に設けられた片方向インバンド制御チャネルと、

前記第1及び第2の光通信装置間に設けられたアウトバンド制御チャネルとを備え、

前記第1及び第2の光通信装置は、前記片方向インバンド制御チャネル及び前記アウトバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を

前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを備えている。

【 0 0 2 0 】

本発明による第 2 の通信ネットワークは、相互接続される複数の光通信装置からなる通信ネットワークであって、

隣接する第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの一方の出力インタフェースから前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの他方の入力インタフェースへ至るすべての下り方向光リンクにおいて前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースとの間に前記下り方向光リンクに沿って前記下り方向光リンク毎に設けられた第 1 の片方向インバンド制御チャンネルと、

前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの他方の出力インタフェースから前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの一方の入力インタフェースへ至るすべての上り方向光リンクにおいて前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースとの間に前記上り方向光リンクに沿って前記上り方向光リンク毎に設けられかつ前記下り方向光リンクにおける制御チャンネルとは反対方向の第 2 の片方向インバンド制御チャンネルとを備え、

前記第 1 及び第 2 の光通信装置は、前記第 1 及び第 2 の片方向インバンド制御チャンネル各々を終端する制御チャンネル終端部と、前記制御チャンネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを備えている。

【 0 0 2 1 】

本発明による第 3 の通信ネットワークは、相互接続される複数の光通信装置からなる通信ネットワークであって、

隣接する第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの一方の出力インタフェースから前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの他方の入力インタフェースへ至るすべての光リンクにおいて前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースとの間に前記光リンクに沿って前記光リンク毎に設けられた双方向インバンド制御チャンネルを備え、

前記第 1 及び第 2 の光通信装置は、前記双方向インバンド制御チャンネルを終端する制御チャンネル終端部と、前記制御チャンネル終端部を介して制御メッセージを

交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを備えている。

【 0 0 2 2 】

本発明による第4の通信ネットワークは、波長多重伝送装置を介してインタフェースが相互接続される複数の光通信装置からなる通信ネットワークであって、

少なくとも1組以上の対向する波長多重伝送装置と前記対向する波長多重伝送装置の間の任意数の光増幅中継器とからなる光多重セクションを介して隣接する第1及び第2の光通信装置のうち的一方の出力インタフェースから前記光多重セクションを経て前記第1及び第2の光通信装置のうちの他方の入力インタフェースへ至るすべての光リンクにおいて前記第1及び第2の光通信装置のインタフェースとそのインタフェースに接続された波長多重伝送装置のポートとの間に前記光リンクに沿って前記光リンク毎に設けられた第1の片方向インバンド制御チャンネルと、

前記光多重セクション内部において前記対向する波長多重伝送装置のうち的一方の波長多重伝送装置の出力ポートと他方の波長多重伝送装置の入力ポートとの間に前記光リンクに沿って設けられた第2の片方向インバンド制御チャンネルと、

前記第1及び第2の光通信装置間に設けられたアウトバンド制御チャンネルとを備え、

前記第1及び第2の光通信装置は、前記第1の片方向インバンド制御チャンネルと前記アウトバンド制御チャンネルとを終端する制御チャンネル終端部と、前記制御チャンネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを備え、

前記対向する波長多重伝送装置は、前記第1及び第2の片方向インバンド制御チャンネルを終端する制御チャンネル終端部と、前記制御チャンネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを備えている。

【 0 0 2 3 】

本発明による第5の通信ネットワークは、波長多重伝送装置を介してインタフェースが相互接続される複数の光通信装置からなる通信ネットワークであって、

下り方向及び上り方向それぞれの信号を伝送する少なくとも1組以上の対向する波長多重伝送装置と前記対向する波長多重伝送装置の間の任意数の光増幅中継器とからなる光多重セクションを介して隣接する第1及び第2の光通信装置のうちの一方の光通信装置の出力インタフェースから前記光多重セクションを経て前記第1及び第2の光通信装置のうちの他方の光通信装置の入力インタフェースへ至るすべての下り方向光リンクにおいて前記第1及び第2の光通信装置のインタフェースとそのインタフェースに接続された波長多重伝送装置のポートとの間に前記下り方向光リンクに沿って前記下り方向光リンク毎に設けられた第1の片方向インバンド制御チャンネルと、

前記光多重セクション内部において前記下り方向の信号を伝送する前記対向する波長多重伝送装置のうちの一方の波長多重伝送装置の出力ポートと他方の波長多重伝送装置の入力ポートとの間に前記下り方向光リンクに沿って設けられた第2の片方向インバンド制御チャンネルと、

前記第1及び第2の光通信装置のうちの他方の光通信装置の出力インタフェースから前記光多重セクションを経て前記第1及び第2の光通信装置のうちの一方の光通信装置の入力インタフェースへ至るすべての上り方向光リンクにおいて前記第1及び第2の光通信装置のインタフェースとそのインタフェースに接続された波長多重伝送装置のポートとの間に前記上り方向光リンクに沿って前記上り方向光リンク毎に設けられかつ前記下り方向光リンクにおける制御チャンネルとは反対方向の第3の片方向インバンド制御チャンネルと、

前記光多重セクション内部において前記上り方向の信号を伝送する前記対向する波長多重伝送装置のうちの一方の波長多重伝送装置の出力ポートと他方の波長多重伝送装置の入力ポートとの間に前記上り方向光リンクに沿って前記下り方向光リンクにおける制御チャンネルとは反対方向に設けられた第4の片方向インバンド制御チャンネルとを備え、

前記第1及び第2の光通信装置は、前記第1及び第3の片方向インバンド制御チャンネルを終端する制御チャンネル終端部と、前記制御チャンネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを備え、

前記下り方向の信号を伝送する前記対向する波長多重伝送装置は、前記第 1 及び第 2 の片方向インバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを備え、

前記上り方向の信号を伝送する前記対向する波長多重伝送装置は、前記第 3 及び第 4 の片方向インバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを備えている。

【 0 0 2 4 】

本発明による第 6 の通信ネットワークは、波長多重伝送装置を介してインタフェースが相互接続される複数の光通信装置からなる通信ネットワークであって、

少なくとも 1 組以上の対向する波長多重伝送装置と前記対向する波長多重伝送装置の間の任意数の光増幅中継器とからなる光多重セクションを介して隣接する第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの一方の光通信装置の出力インタフェースから前記光多重セクションを経て前記第 1 及び第 2 の光通信装置のうちの他方の光通信装置の入力インタフェースへ至るすべての光リンクにおいて前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースとそのインタフェースに接続された波長多重伝送装置のポートとの間に前記光リンクに沿って前記光リンク毎に設けられた第 1 の双方向インバンド制御チャネルと、

前記光多重セクション内部において対向する波長多重伝送装置のうちの一方の波長多重伝送装置の出力ポートと他方の波長多重伝送装置の入力ポートとの間に前記光リンクに沿って設けられた第 2 の双方向インバンド制御チャネルとを備え、

前記第 1 及び第 2 の光通信装置は、前記第 1 の双方向インバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを備え、

前記対向する波長多重伝送装置は、前記第 1 及び第 2 の双方向インバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、前記制御チャネル終端部を介して制

御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを備えている。

【 0 0 2 5 】

本発明による第 1 の波長多重伝送装置は、対向装置及び前記対向装置との間の任意数の光増幅中継器とともに光多重セクションを形成する波長多重伝送装置であって、

前記光多重セクション内部において前記対向装置の入出力ポートとの間に前記光多重セクションを経由するすべての光リンクに沿って設けられた片方向インバンド制御チャンネルと、

前記片方向インバンド制御チャンネルを終端する制御チャンネル終端部と、

前記制御チャンネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを備えている。

【 0 0 2 6 】

本発明による第 2 の波長多重伝送装置は、下り方向及び上り方向それぞれの信号を伝送する対向装置及び前記対向装置との間の任意数の光増幅中継器とともに光多重セクションを形成する波長多重伝送装置であって、

前記光多重セクション内部において前記対向装置の入出力ポートとの間に前記光多重セクションを経由するすべての下り方向光リンクに沿って設けられた第 1 の片方向インバンド制御チャンネルと、

前記光多重セクション内部において前記対向装置の入出力ポートとの間に前記光多重セクションを経由するすべての上り方向光リンクに沿って前記下り方向光リンクにおける制御チャンネルとは反対方向に設けられた第 2 の片方向インバンド制御チャンネルと、

前記第 1 及び第 2 の片方向インバンド制御チャンネルを終端する制御チャンネル終端部と、

前記制御チャンネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを備えている。

【 0 0 2 7 】

本発明による第 3 の波長多重伝送装置は、対向装置及び前記対向装置との間の

任意数の光増幅中継器とともに光多重セクションを形成する波長多重伝送装置であって、

前記光多重セクション内部において前記対向装置の入出力ポートとの間に前記光多重セクションを経由するすべての光リンクに沿って設けられた双方向インバンド制御チャネルと、

前記双方向インバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、

前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを備えている。

【 0 0 2 8 】

本発明による第 1 の光リンク属性・状態管理方法は、相互接続される複数の光通信装置からなる通信ネットワークの光リンク属性・状態管理方法であって、発信元の第 1 の光通信装置の出力インタフェースから隣接する第 2 の光通信装置の入力インタフェースへ至る光リンクセクションを定義し、前記第 1 及び第 2 の光通信装置間に光リンク毎のインバンド制御チャネルを設け、前記インバンド制御チャネルを介して前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースが規定する光リンク属性を制御メッセージとして相互に交換するようにしている。

【 0 0 2 9 】

本発明による第 2 の光リンク属性・状態管理方法は、波長多重伝送装置を介して相互接続される複数の光通信装置からなる通信ネットワークの光リンク属性・状態管理方法であって、発信元の第 1 の光通信装置の出力インタフェースから隣接する第 2 の光通信装置の入力インタフェースへ至る光リンクセクションを定義し、前記第 1 及び第 2 の光通信装置と光多重セクションとの間に光リンクに沿って前記光リンク毎のインバンド制御チャネルを設け、前記インバンド制御チャネルを介して前記第 1 及び第 2 の光通信装置のインタフェースが規定する光リンク属性と前記光多重セクションが規定する光リンク属性とを制御メッセージとして相互に交換するようにしている。

【 0 0 3 0 】

本発明による第 1 の光スイッチ装置は、自装置が属する光リンク内の各装置が持つ属性情報の共通部分を当該光リンクの属性情報を備えている。

【 0 0 3 1 】

本発明による第2の光スイッチ装置は、隣接する光通信装置に接続される光スイッチ装置であって、

出力インタフェースから前記隣接する光通信装置の入力インタフェースへ至るすべての光リンクにおいて前記隣接する光通信装置とのインタフェース間に前記光リンク毎に設けられた片方向インバンド制御チャネルと、

前記隣接する光通信装置との間に設けられたアウトバンド制御チャネルと、

前記片方向インバンド制御チャネル及び前記アウトバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、

前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを備えている。

【 0 0 3 2 】

本発明による第3の光スイッチ装置は、隣接する光通信装置に接続される光スイッチ装置であって、

出力インタフェースから前記隣接する光通信装置の入力インタフェースへ至るすべての下り方向光リンクにおいて前記隣接する光通信装置とのインタフェース間に前記下り方向光リンク毎に設けられた第1の片方向インバンド制御チャネルと、

前記隣接する光通信装置の出力インタフェースから自装置の入力インタフェースへ至るすべての上り方向光リンクにおいて前記隣接する光通信装置とのインタフェース間に前記上り方向光リンク毎に設けられかつ前記下り方向光リンクにおける制御チャネルとは反対方向の第2の片方向インバンド制御チャネルと、

前記第1及び第2の片方向インバンド制御チャネルを終端する制御チャネル終端部と、

前記制御チャネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを備えている。

【 0 0 3 3 】

本発明による第4の光スイッチ装置は、隣接する光通信装置に接続される光スイッチ装置であって、

出力インタフェースから前記隣接する光通信装置の入力インタフェースへ至るすべての光リンクにおいて前記隣接する光通信装置とのインタフェース間に前記光リンク毎に設けられた双方向インバンド制御チャンネルと、

前記双方向インバンド制御チャンネルを終端する制御チャンネル終端部と、

前記制御チャンネル終端部を介して制御メッセージを交換することによって前記光リンクの管理を前記光リンク毎に行う光リンク制御部とを備えている。

【0034】

すなわち、本発明の通信ネットワークは、光スイッチ装置の出力インタフェースから隣接する光スイッチ装置の入力インタフェースへと至る光リンクの部分に、光多重セクションと光パス中継セクションとの中間の管理階層である光リンクセクションを定義し、光スイッチ装置と光多重セクションとの間に光リンク毎のインバンド制御チャンネルとを設けたことを特徴としている。

【0035】

このインバンド制御チャンネルは光スイッチ装置の出力インタフェースが規定する光リンク属性と、光多重セクションが規定する光リンク属性と、隣接する光スイッチ装置の入力インタフェースが規定する光リンク属性とを、制御メッセージとして相互に交換するという動作を実行する。

【0036】

したがって、光リンク毎の属性と光スイッチ装置のインタフェース間の相互接続関係とを自律的に発見することが可能となり、光リンクの属性や経路テーブルの手動による設定の煩雑さや誤設定が解消可能となる。

【0037】

つまり、隣接する2つの装置の少なくとも一方がトランスペアレント光スイッチ装置である場合に、光スイッチ装置の出力インタフェースから隣接光スイッチ装置の入力インタフェースへと至る光リンクの属性と光スイッチ装置のインタフェース間の相互接続関係とを自律的に発見し、経路テーブルを自動的に作成し、光リンク単位で状態を管理することが可能となる。

【0038】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。図1は本発明の第1の実施例による通信ネットワークの構成を示すブロック図である。図1においては、本発明の第1の実施例による通信ネットワークとして、光リンクで相互接続された2つのトランスペアレント光スイッチ装置を含む通信ネットワークの一部を示している。

【0039】

光リンクセクション (optical-link-section: OLS) は隣接光スイッチ装置間の光リンクを管理するための管理階層であり、光スイッチ装置1の出力インタフェース (IF) IF11~IF14と、光スイッチ装置5の入力インタフェース (IF) IF25~IF28との間の部分と定義され、4本の光リンクで構成されている。光多重セクション [OMS (optical-multiplex-section)] 内部では4本の光リンクは2本ずつ波長多重伝送装置2によって波長多重されて伝送される。

【0040】

光スイッチ装置1, 5と、波長多重伝送装置2, 4とは光リンクセクション制御ソフトウェアを備え、それらの間には光リンク毎に光スイッチ装置1から光スイッチ装置5へと向う、光パスと同方向の片方向インバンド制御チャネルCC11~CC14, CC25~CC28とが設けられている。光多重セクション内部にも光パスと同方向の片方向インバンド制御チャネルCC15, CC16, CC21, CC22が設けられている。さらに、光スイッチ装置5から光スイッチ装置1へと向う、光パスとは反対方向の光スイッチ装置間直通の片方向アウトバンド制御チャネルが設けられている。

【0041】

上記の通信ネットワークは光スイッチ装置1, 5と、波長多重伝送装置2, 4と、光増幅中継装置3とから構成されている。光スイッチ装置1, 5は光スイッチデバイス11, 51と、インバンド制御チャネル上に制御メッセージを交換するための制御チャネル終端部 (IF) 61, 65と、経路制御ソフトウェアと、光リンクセクション (OLS) 制御ソフトウェアと、光多重セクション (OMS) 制御ソフトウェアとを備えている。波長多重伝送装置2は波長多重器21, 2

2と、制御チャネル終端部62と、光リンクセクション制御ソフトウェアと、光多重セクション制御ソフトウェアとを備えている。光増幅中継装置3は光増幅中継器31、32と、制御チャネル終端部63と、光多重セクション制御ソフトウェアとを備えている。波長多重伝送装置4は波長分離器41、42と、制御チャネル終端部64と、光リンクセクション制御ソフトウェアと、光多重セクション制御ソフトウェアとを備えている。

【0042】

図2は図1の光スイッチ装置1の構成例を示すブロック図である。図2においては、図1の光スイッチ装置1の詳細な構成が示されている。光スイッチ装置1は微少電子機械式スイッチ (micro-electro-mechanical-switch: MEMS) あるいは自動化主分配盤 (main-distribution-frame: MDF) で構成されたトランスペアレント光スイッチデバイス11と、インタフェース (入力IF及び出力IF) と、制御チャネル終端部61と、経路制御ソフトウェアと、光リンクセクション制御ソフトウェアと、光多重セクション制御ソフトウェアとから構成されている。

【0043】

この光スイッチデバイス11は任意の信号速度、信号フォーマットの信号の複数波長一括スイッチングが可能である。光パス上には1.55 μ m帯のデータチャネルが設定可能で、光リンク毎のインバンド制御チャネルには1.3 μ m帯を使用し、1.55 μ m/1.3 μ m波長多重カブラ12a~12hを用いてデータチャネルと多重、分離する。

【0044】

入力インタフェースIF15、IF16及び出力インタフェースIF11、IF12は任意の波長、信号速度、信号フォーマットのデータチャネルを入出力することができる。これら4つのインタフェースに対して、光スイッチ装置1はトランスペアレント光スイッチ装置として機能する。

【0045】

一方、入力インタフェースIF17及び出力インタフェースIF14は電気信号処理をとまなうOC (optical carrier) 48 (2.5Gbi

t/s) SONET インタフェースである。

【0046】

入力インタフェース I F 1 8 及び出力インタフェース I F 1 3 は電気信号処理をともなう 1 G b i t / s イーサネット (G E t h e r) インタフェースである。光リンクセクション制御ソフトウェアはこれらのインタフェースが規定する光リンクの属性を光リンク属性表として管理する。

【0047】

制御チャネル終端部 6 1 は 1. 3 μ m 帯光受信器 6 1 a と、1. 3 μ m 帯インバンド制御チャネル C C 1 1 - C C 1 4 に接続される 1. 3 μ m 帯光送信器 6 1 b と、制御回路 6 1 c とから構成されている。

【0048】

図 3 は図 1 の光スイッチ装置 1 の光リンクセクション制御ソフトウェアの管理する光リンクの属性表の属性項目及びその属性項目の値の例を示す図である。図 3 (a) は光スイッチ装置 1 の出力インタフェースが規定する光リンク属性を示し、図 3 (b) は光スイッチ装置 5 の出力インタフェースが規定する光リンク属性を示している。

【0049】

図 3 (a) において、光スイッチ装置 1 の出力インタフェースが規定する光リンク属性の属性項目 (属性項目の値) は出力インタフェース (「I F 1 1」, 「I F 1 2」, 「I F 1 3」, 「I F 1 4」) 毎に、出力光スイッチ番号 (「1」) と、出力 I F 番号 (「1」, 「2」, 「3」, 「4」) と、波長 (「任意」, 「 λ 1」) と、信号速度 (「任意」, 「1 G b i t / s」, 「2. 5 G b i t / s」) と、信号フォーマット (「任意」, 「G E t h e r」, 「S O N E T」) とから構成されている。

【0050】

図 3 (b) において、光スイッチ装置 5 の入力インタフェースが規定する光リンク属性の属性項目 (属性項目の値) は入力インタフェース (「I F 2 5」, 「I F 2 6」, 「I F 2 7」, 「I F 2 8」) 毎に、入力光スイッチ番号 (「5」) と、入力 I F 番号 (「5」, 「6」, 「7」, 「8」) と、波長 (「任意」)

と、信号速度（「任意」，「2.5 Gbit/s」，「1 Gbit/s」）と、信号フォーマット（「任意」，「SONET」，「Ethernet」）とから構成されている。

【0051】

図4は図1の光多重セクションの構成例を示す図である。図4においては、図1に示す光多重セクションの一部分の詳細な構成を示している。光多重セクションにおいては、図2と同様に、光リンク毎のインバンド制御チャネルCC11-CC12，CC25-CC26を1，55 μ m/1.3 μ m波長多重カプラ21a，21b，41b，41cを用いてデータチャネルと多重、分離する。尚、図示していないが、インバンド制御チャネルCC13-CC14，CC27-CC28も上記のインバンド制御チャネルCC11-CC12，CC25-CC26と同様である。

【0052】

光多重セクション内部のインバンド制御チャネルCC16，CC22には1.51 μ m帯が使用され、1，55 μ m/1.51 μ m波長多重カプラ21c，31a，31b，41aを用いてデータチャネルと多重、分離される。尚、図示していないが、インバンド制御チャネルCC15，CC21も上記のインバンド制御チャネルCC16，CC26と同様である。

【0053】

波長多重伝送装置2に接続された入力ポートPT14には信号速度10 Gbit/s以下で波長 λ_1 ， λ_3 の信号が、入力ポートPT13には信号速度10 Gbit/s以下で λ_2 ， λ_4 の信号が入力可能に設定されている。波長多重伝送装置2は波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ を波長多重した信号を光増幅中継器31へ出力する。光増幅中継器31は入力された信号を増幅して波長多重伝送装置4に出力し、インバンド制御チャネルCC16は光増幅中継器31を迂回してインバンド制御チャネルCC22となる。同様に、インバンド制御チャネルCC15は光増幅中継器31を迂回してインバンド制御チャネルCC21となる。

【0054】

波長多重伝送装置4に接続された出力ポートPT27は波長 λ_1 ， λ_3 の信号

を、出力ポートPT28は λ_2 、 λ_4 の信号を出力可能に設定されている。波長多重伝送装置2、4の光リンクセクション制御ソフトウェアはこれらのポートが規定する光リンクの属性を光リンク属性表として管理する。

【0055】

尚、図4において、波長多重伝送装置2には波長多重器21と、制御チャネル終端部62と、光リンクセクション制御ソフトウェアと、光多重セクション制御ソフトウェアとが配置され、波長多重伝送装置4には波長分離器41と、制御チャネル終端部64と、光リンクセクション制御ソフトウェアと、光多重セクション制御ソフトウェアとが配置されている。また、光増幅中継装置3には光増幅中継器31と、制御チャネル終端部63と、光多重セクション制御ソフトウェアとが配置されている。

【0056】

ここで、制御チャネル終端部62は制御回路62aと、1.3 μ m帯光受信器62bと、1.51 μ m帯光送信器62cとから構成され、制御チャネル終端部63は制御回路63aと、1.51 μ m帯光受信器63bと、1.51 μ m帯光送信器63cとから構成され、制御チャネル終端部64は制御回路64aと、1.51 μ m帯光受信器64bと、1.3 μ m帯光送信器64cとから構成されている。

【0057】

図5は図4の光多重セクションの波長多重伝送装置の光リンクセクション制御ソフトウェアの管理する光リンクの属性表の属性項目及びその属性項目の値の例を示す図である。図5(a)は波長多重伝送装置2の入力ポートが規定する光リンク属性を示し、図5(b)は波長多重伝送装置4の出力ポートが規定する光リンク属性を示している。

【0058】

図5(a)において、波長多重伝送装置21、22の入力ポートが規定する光リンク属性の属性項目(属性項目の値)は入力ポート(「PT11」, 「PT12」, 「PT13」, 「PT14」)毎に、波長(「 λ_2 」, 「 λ_1 」, 「 λ_2 」, 「 λ_4 」, 「 λ_1 , λ_3 」)と、信号速度(「40Gbit/s以下」, 「10

Gbit/s以下」と、信号フォーマット（「任意」）と、光多重セクション（OMS）グループ番号（「2」，「1」）とから構成されている。

【0059】

図5（b）において、波長多重伝送装置41，42の出力ポートが規定する光リンク属性の属性項目（属性項目の値）は出力ポート（「PT25」，「PT26」，「PT27」，「PT28」）毎に、波長（「λ1」，「λ2」，「λ1，λ3」，「λ2，λ4」）と、信号速度（「40Gbit/s以下」，「10Gbit/s以下」）と、信号フォーマット（「任意」）と、光多重セクショングループ番号（「2」，「1」）とから構成されている。

【0060】

光多重セクショングループ番号は波長多重伝送装置2，4で多重化され、光増幅中継器31，32を介して同一光ファイバ上を伝送される光リンクのグループに付与されたグループの識別番号である。

【0061】

図6は図1の光スイッチ装置1から光多重セクションへ伝送される制御メッセージの例を示す図である。図6においては、光スイッチ装置1→OMSへインバンド制御チャンネル上を伝送される制御メッセージを示している。

【0062】

図6（a）はインバンド制御チャンネルCC11（出力インタフェースIF11→入力ポートPT14）上の制御メッセージを示し、図6（b）はインバンド制御チャンネルCC12（出力インタフェースIF12→入力ポートPT13）上の制御メッセージを示し、図6（c）はインバンド制御チャンネルCC13（出力インタフェースIF13→入力ポートPT12）上の制御メッセージを示し、図6（d）はインバンド制御チャンネルCC14（出力インタフェースIF14→入力ポートPT11）上の制御メッセージを示している。

【0063】

図6（a）において、インバンド制御チャンネルCC11上の制御メッセージに格納された属性項目（属性項目の値）には出力光スイッチ番号（「1」）、出力IF番号（「1」）、波長（「任意」）、信号速度（「任意」）、信号フォーマット（「任意」）と、信号フォーマット（「任意」）と、光多重セクショングループ番号（「2」，「1」）とから構成されている。

ット（「任意」）がある。

【0064】

図6（b）において、インバンド制御チャネルCC12上の制御メッセージに格納された属性項目（属性項目の値）には出力光スイッチ番号（「1」）、出力IF番号（「2」）、波長（「任意」）、信号速度（「任意」）、信号フォーマット（「任意」）がある。

【0065】

図6（c）において、インバンド制御チャネルCC13上の制御メッセージに格納された属性項目（属性項目の値）には出力光スイッチ番号（「1」）、出力IF番号（「3」）、波長（「λ1」）、信号速度（「1Gbit/s」）、信号フォーマット（「Gether」）がある。

【0066】

図6（d）において、インバンド制御チャネルCC14上の制御メッセージに格納された属性項目（属性項目の値）には出力光スイッチ番号（「1」）、出力IF番号（「4」）、波長（「λ1」）、信号速度（「2.5Gbit/s」）、信号フォーマット（「SONET」）がある。

【0067】

図7は図1の光多重セクション内部を伝送される制御メッセージの例を示す図である。図7においては、光多重セクション（OMS）内部でインバンド制御チャネル上を伝送される制御メッセージを示している。図7（a）はインバンド制御チャネルCC16, 22（入力ポートPT14, 13→出力ポートPT27, 28）上の制御メッセージを示し、図7（b）はインバンド制御チャネルCC15, 21（入力ポートPT12, 11→出力ポートPT25, 26）上の制御メッセージを示している。

【0068】

図7（a）において、インバンド制御チャネルCC16, 22上の制御メッセージに格納された属性項目（属性項目の値）には出力光スイッチ番号（「1」）、出力IF番号（「1」, 「2」）、波長（「λ1, λ3」, 「λ2, λ4」）、信号速度（「10Gbit/s以下」）、信号フォーマット（「任意」）、光

多重セクション (OMS) グループ番号 (「1」) がある。

【0069】

図7 (b) において、インバンド制御チャネル CC15, 21 上の制御メッセージに格納された属性項目 (属性項目の値) には出力光スイッチ番号 (「1」)、出力 IF 番号 (「3」, 「4」)、波長 (「 $\lambda 1$ 」, 「エラー」)、信号速度 (「1 Gbit/s」, 「2.5 Gbit/s」)、信号フォーマット (「GEther」, 「SONET」)、光多重セクショングループ番号 (「2」) がある。

【0070】

図8は図1の光多重セクションから光スイッチ装置5へ伝送される制御メッセージの例を示す図である。図8においては、光多重セクション (OMS) → 光スイッチ装置5へインバンド制御チャネル上を伝送される制御メッセージを示している。

【0071】

図8 (a) はインバンド制御チャネル CC26 (出力ポート PT27 → 入力インタフェース IF26) 上の制御メッセージを示し、図8 (b) はインバンド制御チャネル CC25 (出力ポート PT28 → 入力インタフェース IF25) 上の制御メッセージを示し、図8 (c) はインバンド制御チャネル CC28 (出力ポート PT25 → 入力インタフェース IF28) 上の制御メッセージを示し、図8 (d) はインバンド制御チャネル CC27 (出力ポート PT26 → 入力インタフェース IF27) 上の制御メッセージを示している。

【0072】

図8 (a) において、インバンド制御チャネル CC26 上の制御メッセージに格納された属性項目 (属性項目の値) には出力光スイッチ番号 (「1」)、出力 IF 番号 (「1」)、波長 (「 $\lambda 1$, $\lambda 3$ 」)、信号速度 (「10 Gbit/s 以下」)、信号フォーマット (「任意」)、光多重セクション (OMS) グループ番号 (「1」) がある。

【0073】

図8 (b) において、インバンド制御チャネル CC25 上の制御メッセージに

格納された属性項目（属性項目の値）には出力光スイッチ番号（「1」）、出力 I F 番号（「2」）、波長（「 λ_2 , λ_4 」）、信号速度（「10 Gbit/s 以下」）、信号フォーマット（「任意」）、光多重セクション OMS グループ番号（「1」）がある。

【0074】

図 8（c）において、インバンド制御チャネル CC28 上の制御メッセージに格納された属性項目（属性項目の値）には出力光スイッチ番号（「1」）、出力 I F 番号（「3」）、波長（「 λ_1 」）、信号速度（「1 Gbit/s」）、信号フォーマット（「G E t h e r」）、光多重セクショングループ番号（「2」）がある。

【0075】

図 8（d）において、インバンド制御チャネル CC27 上の制御メッセージに格納された属性項目（属性項目の値）には出力光スイッチ番号（「1」）、出力 I F 番号（「4」）、波長（「エラー」）、信号速度（「2.5 Gbit/s」）、信号フォーマット（「SONET」）、光多重セクショングループ番号（「2」）がある。

【0076】

図 9 は図 1 の光スイッチ装置 5 から光スイッチ装置 1 へ伝送される制御メッセージの例を示す図である。図 9 においては、光スイッチ装置 5 → 光スイッチ装置 1 へアウトバンド制御チャネル上を伝送される制御メッセージを示している。

【0077】

図 9 において、この制御メッセージに格納された属性項目（属性項目の値）には出力光スイッチ番号（「1」）、出力 I F 番号（「1」, 「2」, 「3」, 「4」）、波長（「 λ_1 , λ_3 」, 「 λ_2 , λ_4 」, 「 λ_1 」, 「エラー」）、信号速度（「10 Gbit/s 以下」, 「1 Gbit/s」, 「2.5 Gbit/s」）、信号フォーマット（「任意」, 「G E t h e r」, 「SONET」）、光多重セクション（OMS）グループ番号（「1」, 「2」）、入力光スイッチ番号（「2」）、入力 I F 番号（「6」, 「5」, 「8」, 「7」）がある。

【0078】

図 1 0 は本発明の第 1 の実施例による光リンクの状態遷移の例を示す図であり、図 1 1 は本発明の第 1 の実施例による通信ネットワークの動作を示すフローチャートであり、図 1 2 は図 1 の波長多重伝送装置 2 の動作を示すフローチャートである。これら図 1 ～図 1 2 を参照して、本発明の第 1 の実施例による通信ネットワークの光リンクの属性を自動的に発見する動作と、光リンク単位で状態を管理する動作とについて説明する。

【 0 0 7 9 】

各光リンクは電源投入直後に初期状態（図 1 0 の a 参照）となり（図 1 1 ステップ S 1）、以下の手順で光リンクの属性の発見に成功すると、スタンバイ状態（図 1 0 の b 参照）に遷移する（図 1 1 ステップ S 1 0）。

【 0 0 8 0 】

光スイッチ装置 1 の光リンクセクション制御ソフトウェアの管理する光リンク属性表（図 3 参照）を、出力インタフェース I F 1 1 ～ I F 1 4 から光多重セクションの波長多重伝送装置 2 へ、光リンク毎にインバンド制御チャネル C C 1 1 ～ C C 1 4 を使用して伝送する（図 1 1 ステップ S 2）。図 6 に、光リンク属性表の属性項目とその値とを格納した制御メッセージの内容を示す。

【 0 0 8 1 】

光多重セクションの波長多重伝送装置 2 がこの制御メッセージを受信すると、自装置の光リンクセクション制御ソフトウェアの管理する光リンク属性表（図 5 参照）と比較し、属性項目とその値とを格納した制御メッセージを再構成し（図 1 1 ステップ S 3）、インバンド制御チャネル C C 1 5、C C 1 6 を使用してさらに光増幅中継装置 3 へ伝送する（図 1 1 ステップ S 4）。

【 0 0 8 2 】

制御メッセージの再構成の過程では、次の 3 つの処理が行われる。第 1 に、自装置の光リンク属性表に、受信した制御メッセージにはない新規の属性項目がある場合には（図 1 2 ステップ S 1 1）、その属性項目とその値とを追加する（図 1 2 ステップ S 1 2）。その結果、制御メッセージには光多重セクショングループ番号が追加される。

【 0 0 8 3 】

第2に、自装置の光リンク属性表と受信した制御メッセージとに重複する属性項目がある場合には（図12ステップS13）、重複する属性項目の値の共通部分を算出して共通部分があるかどうかを判定する（図12ステップS14）。共通部分があれば、重複する属性項目の値を共通部分の値で更新する（図12ステップS15）。その結果、波長、信号速度、信号フォーマットが狭い方に制限される。

【0084】

また、共通部分がない場合には（図12ステップS14）、その光リンクはその属性項目に関してエラーとなり、スタンバイ状態に遷移できない（図12ステップS16）。

【0085】

第3に、波長多重器21、22によって光リンクが多重されるのと同じように、多重される光リンク毎の複数の制御メッセージも一つにまとめられる（図12ステップS15）。図7に、光多重セクション内部のインバンド制御チャネルC15、C16上を伝送される制御メッセージの内容を示す。上記の属性項目に関するエラーも、図7（b）に示すように、その属性項目の値として制御メッセージに記載される。

【0086】

光増幅中継装置3は光リンクセクション制御ソフトウェアを持たないため、上記の制御メッセージの再構成を行わずに、次の光増幅中継装置（次装置）へ伝送する（図11ステップS5）。光リンクセクション制御ソフトウェアを持つ波長多重伝送装置4及び光スイッチ装置5は上記の制御メッセージの再構成を行う（図11ステップS6、S7）。光スイッチ装置5が再構成した制御メッセージを参照することによって、光スイッチ装置1、5、波長多重伝送装置2、4の光リンクセクション制御ソフトウェアの管理によって、それぞれの装置で規定される光リンク属性表から光リンクのすべての属性項目とその値との共通部分を収拾することができる。その結果、上述した制御メッセージの伝送によって、それぞれの装置で規定される光リンク属性表に共通した光リンクの属性が自動的に発見できたことになる（図11ステップS8）。

【0087】

光スイッチ装置5は光スイッチ装置1へ収拾した光リンクの属性をまとめて伝送する(図11ステップS9)。図8に、光多重セクションから光スイッチ装置5へ、インバンド制御チャネルCC25~CC28上を伝送される制御メッセージの内容を示す。また、図9に、光スイッチ装置5から光スイッチ装置1へ、アウトバンド制御チャネル上を伝送される制御メッセージの内容を示す。

【0088】

尚、図8(d)に示すエラー情報は光スイッチ装置1の前段の光スイッチ装置(図示せず)やこの通信ネットワークの管理装置(図示せず)に上述した制御チャネル等を介して通知することで、経路計算や通信ネットワークの管理に使用することが可能となる。

【0089】

以上のような手順で、光スイッチ装置1, 5が自動的に発見した光リンクの属性に含まれる出力インタフェースと入力インタフェースとの対応関係から導かれた光スイッチ装置1, 5の相互接続関係を基に、経路制御ソフトウェアが経路テーブルを作成することができる。

【0090】

属性が発見された光リンクはスタンバイ状態(図10のb参照)になると(図11ステップS10)、光パスの設定を行うことで稼動状態(図10のc参照)となることができる。属性項目の一部に共通部分がなく、エラーが発生した場合や、制御チャネルまたは稼動状態でデータチャネルにおいて障害が検出された場合には光リンクが初期状態となり、その光リンク上に光パスを設定することはできない。光スイッチ装置1, 5の光リンクセクション制御ソフトウェアは光リンク単位で状態遷移を管理し、光パスの設定、開放が可能かどうかを判定する。

【0091】

このように、光リンクセクションを定義し、光スイッチ装置1, 5と光多重セクションとの間に光リンク毎のインバンド制御チャネルを設けることによって、光リンク毎の属性と光スイッチ装置1, 5のインタフェース間の相互接続関係を自律的に発見することができ、光リンクの属性や経路テーブルの手動による設

定の煩雑さや誤設定を解消することができる。

【0092】

図1に示す光スイッチ装置1, 5間直通の片方向アウトバンド制御チャネルは、光多重セクション内部の制御チャネル終端部62~64も含めて、光リンクとは逆向きに隣接する制御チャネル終端部同士を順番に相互接続した一連のアウトバンド制御チャネルで置き換えることもできる。

【0093】

また、アウトバンド制御チャネルは片方向ではなく、双方向であってもよい。隣接光スイッチ装置番号を宛先アドレスとして制御メッセージを伝送し、光スイッチ装置1, 5同士を相互接続する双方向アウトバンド制御チャネルネットワークで置き換えることもできる。

【0094】

図2及び図4に示すインバンド制御チャネルは1.3 μ m帯、1.51 μ m帯以外の他の波長帯を使用することもできる。また、波長多重カプラ12a~12hをカプラまたは1 \times 2光スイッチで置き換えて、光スイッチを切替えて使用することによって、データチャネルと同じ1.55 μ m帯を使用することもできる。この場合には、初期状態、スタンバイ状態においては制御チャネルのみ、稼動状態においてはデータチャネルのみが使用できるが、上述した光リンクの属性の発見と光リンク単位での状態管理とには支障はない。

【0095】

さらに、制御チャネル用の光送信器を光スイッチ装置の入力インタフェースに接続し、光スイッチ装置の切替機能を利用して制御チャネルとデータチャネルとを切替えて使用し、上記の1 \times 2光スイッチを省略することもできる。

【0096】

さらにまた、図2に示す4本の光リンク毎に設けられた制御チャネルCC11~CC14の4つの光送信器の機能を、1つの光送信器と1 \times 4光スイッチとを用いて、一定時間毎に1 \times 4光スイッチを切替えて制御チャネル間で共有することによって実現することもできる。光受信器についても、同様である。

【0097】

図1においては、隣接する光スイッチ装置1, 5間に、波長多重伝送装置2, 4と光増幅中継装置3とが配置されている場合における光リンクの属性を自動的に発見する動作について述べたが、この光リンクの属性を自動的に発見する動作は光スイッチ装置1の出力インタフェースと光スイッチ装置5の入力インタフェースとが、波長多重伝送装置2, 4を介さずに直接接続されている場合にも適用することができる。

【0098】

この場合、制御メッセージは光スイッチ装置1, 5のインタフェース間で直接接続された制御チャネル上を光スイッチ装置1から隣接する光スイッチ装置5に伝送される。また、波長多重伝送装置2, 4を介さないで、光多重セクションによって規定される光リンクの属性はなく、光リンクセクション制御ウェアにおける制御メッセージの再構成は行われない。さらに、この光リンクの属性を自動的に発見する動作は隣接するスイッチ装置1, 5間だけではなく、光スイッチ装置とそれに接続されたクライアント装置との間にも適用することができる。

【0099】

図2に示す光スイッチ装置1ではトランスペアレント光スイッチデバイス11を用いているが、トランスペアレント光スイッチデバイス11の代わりに、出力波長可変な複数の波長変換器で構成された波長スイッチデバイスを使用することもできる。また、光スイッチ装置には経路制御ソフトウェアの実装された任意の装置を使用することができる。

【0100】

図3に示す光リンクの属性項目の外に、優先度等の属性項目をさらに追加することもできる。波長については物理的な波長または周波数の値だけでなく、予め決められた論理的な波長番号を使用することもできる。

【0101】

図5に示す光リンクの属性項目の外に、光多重セクション内の距離（波長多重伝送装置2, 4間の距離）や光ファイバの特性（例えば、分散量や損失量等）による種類等の属性項目をさらに追加することもできる。この場合、これらの属性項目の追加によって、最短距離や最小損失の経路の計算、または分散補償に関す

る処理が可能となる。また、光スイッチ装置のインタフェース数、光リンク数、光リンク中に伝送可能な波長数等は、図 3 及び図 5 に示す例に限定されるものではない。

【0102】

図 1 3 は本発明の第 2 の実施例による通信ネットワークの構成を示すブロック図である。図 1 3 において、本発明の第 2 の実施例による通信ネットワークの基本的構成は図 1 に示す本発明の第 1 の実施例による通信ネットワークと同様の構成であり、同一構成要素には同一符号を付してある。

【0103】

本発明の第 2 の実施例による通信ネットワークは、制御チャネルについてさらに工夫している。すなわち、本発明の第 2 の実施例による通信ネットワークでは上り、下りの光リンクをひとまとめに制御することによって、2 本の片方向のインバンド制御チャネルで双方向の制御チャネルが構成されている。これによって、図 1 に示す光スイッチ装置 1, 5 の制御チャネル終端部 6 1, 6 5 間のアウトバンド制御チャネルが不要になり、構成を簡素化することができるという効果が得られる。

【0104】

図 1 4 は本発明の第 3 の実施例による通信ネットワークの構成を示すブロック図である。図 1 4 において、本発明の第 3 の実施例による通信ネットワークの基本的構成は図 1 に示す本発明の第 1 の実施例による通信ネットワークと同様の構成であり、同一構成要素には同一符号を付してある。

【0105】

本発明の第 3 の実施例による通信ネットワークでも、制御チャネルについてさらに工夫している。すなわち、本発明の第 3 の実施例による通信ネットワークでは、光リンク毎に双方向のインバンド制御チャネルを設定している。これによって、図 1 3 に示す上り、下りの光リンクをひとまとめに制御することが不要になり、片方向の光リンクのみでも本発明の第 2 の実施例による通信ネットワークと同じ効果が得られ、その構成は本発明の第 2 の実施例よりもさらに簡素化することができる。

【0106】

このように、光リンクセクションを定義し、光スイッチ装置1，5と光多重セクションとの間に光リンク毎のインバンド制御チャネルを設けることによって、光スイッチ装置1，5間及び光スイッチ装置1，5と光多重セクションとの間で光リンクの属性情報を相互に交換することができるので、光リンク毎の属性と光スイッチ装置1，5のインタフェース間の相互接続関係とを自律的に発見することができ、光リンク単位で状態を管理することができるとともに、光リンクの属性や経路テーブルの手動による設定の煩雑さや誤設定を解消することができる。

【0107】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、波長多重伝送装置を介して相互接続される複数の光スイッチ装置からなる通信ネットワークにおいて、発信元の第1の光スイッチ装置の出力インタフェースから隣接する第2の光スイッチ装置の入力インタフェースへ至る光リンクセクションを定義し、第1及び第2の光スイッチ装置と光多重セクションとの間に光リンク毎のインバンド制御チャネルを設け、このインバンド制御チャネルを介して第1及び第2の光スイッチ装置のインタフェースが規定する光リンク属性と光多重セクションが規定する光リンク属性とを制御メッセージとして相互に交換することによって、隣接する2つの光スイッチ装置の少なくとも一方がトランスペアレント光スイッチ装置である場合に、光スイッチ装置の出力インタフェースから隣接光スイッチ装置の入力インタフェースへと至る光リンクの属性と光スイッチ装置のインタフェース間の相互接続関係とを自律的に発見し、経路テーブルを自動的に作成し、光リンク単位で状態を管理することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施例による通信ネットワークの構成を示すブロック図である。

【図2】

図1の光スイッチ装置の構成例を示すブロック図である。

【図 3】

(a) は図 1 の光スイッチ装置 1 の出力インタフェースが規定する光リンク属性を示す図、(b) は図 1 の光スイッチ装置 5 の出力インタフェースが規定する光リンク属性を示す図である。

【図 4】

図 1 の光多重セクションの構成例を示す図である。

【図 5】

(a) は図 1 の波長多重伝送装置 2 の入力ポートが規定する光リンク属性を示す図、(b) は波長多重伝送装置 4 の出力ポートが規定する光リンク属性を示す図である。

【図 6】

(a) は図 1 のインバンド制御チャネル CC 1 1 上の制御メッセージを示す図、(b) は図 1 のインバンド制御チャネル CC 1 2 上の制御メッセージを示す図、(c) は図 1 のインバンド制御チャネル CC 1 3 上の制御メッセージを示す図、(d) は図 1 のインバンド制御チャネル CC 1 4 上の制御メッセージを示す図である。

【図 7】

(a) は図 1 のインバンド制御チャネル CC 1 6, 2 2 上の制御メッセージを示す図、(b) は図 1 のインバンド制御チャネル CC 1 5, 2 1 上の制御メッセージを示す図である。

【図 8】

(a) は図 1 のインバンド制御チャネル CC 2 6 上の制御メッセージを示す図、(b) は図 1 のインバンド制御チャネル CC 2 5 上の制御メッセージを示す図、(c) は図 1 のインバンド制御チャネル CC 2 8 上の制御メッセージを示す図、(d) は図 1 のインバンド制御チャネル CC 2 7 上の制御メッセージを示す図である。

【図 9】

図 1 の光スイッチ装置 5 から光スイッチ装置 1 へ伝送される制御メッセージの例を示す図である。

【図 10】

本発明の第 1 の実施例による光リンクの状態遷移の例を示す図である。

【図 11】

本発明の第 1 の実施例による通信ネットワークの動作を示すフローチャートである。

【図 12】

図 12 は図 1 の波長多重伝送装置の動作を示すフローチャートである。

【図 13】

本発明の第 2 の実施例による通信ネットワークの構成を示すブロック図である。

【図 14】

本発明の第 3 の実施例による通信ネットワークの構成を示すブロック図である。

【図 15】

従来例による通信ネットワークの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1, 5 光スイッチ装置
- 2, 4 波長多重伝送装置
- 11, 51 トランスペアレント光スイッチデバイス
- 12a~12h, 21a,
- 21b, 41b, 41c 1, 55 μm / 1.3 μm 波長多重カプラ
- 21c, 41a, 31a,
- 31b 1, 55 μm / 1.51 μm 波長多重カプラ
- 21, 22 波長多重器
- 41, 42 波長分離器
- 31, 32 光増幅中継器
- 61~65 制御チャネル終端部
- 61c, 62a, 63a,
- 64a 制御回路

61 a, 62 b 1. 3 μ m 帯光受信器

62 c, 63 c 1. 51 μ m 帯光送信器

63 b, 64 b 1. 51 μ m 帯光受信器

61 b, 64 c 1. 3 μ m 帯光送信器

IF11~IF14,

IF21~IF24 出力インタフェース

IF15~IF18,

IF25~IF28 入力インタフェース

CC11~CC16,

CC21, CC22,

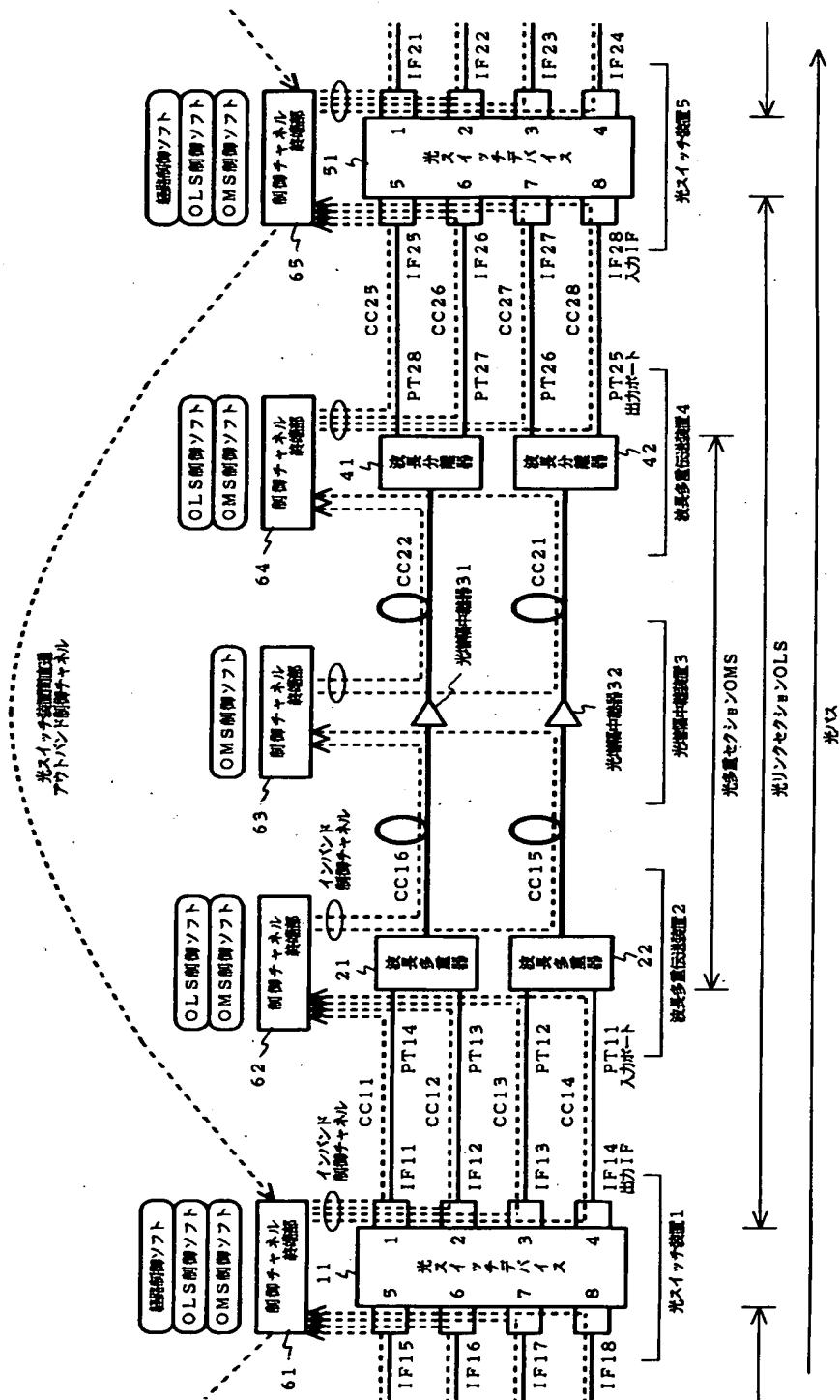
CC25~CC28 片方向インバンド制御チャネル

PT11~PT14 入力ポート

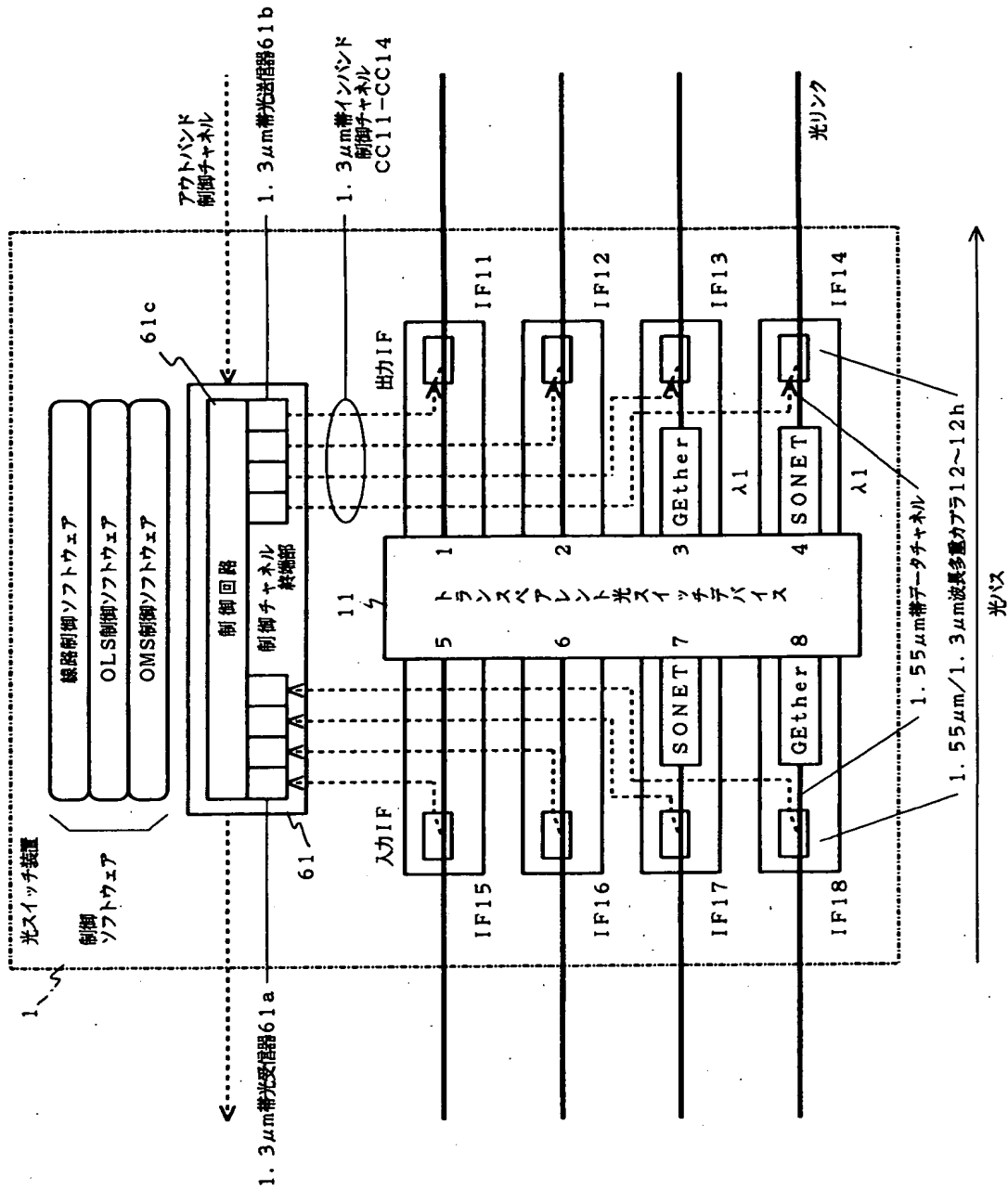
PT25~PT28 出力ポート

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【図 3】

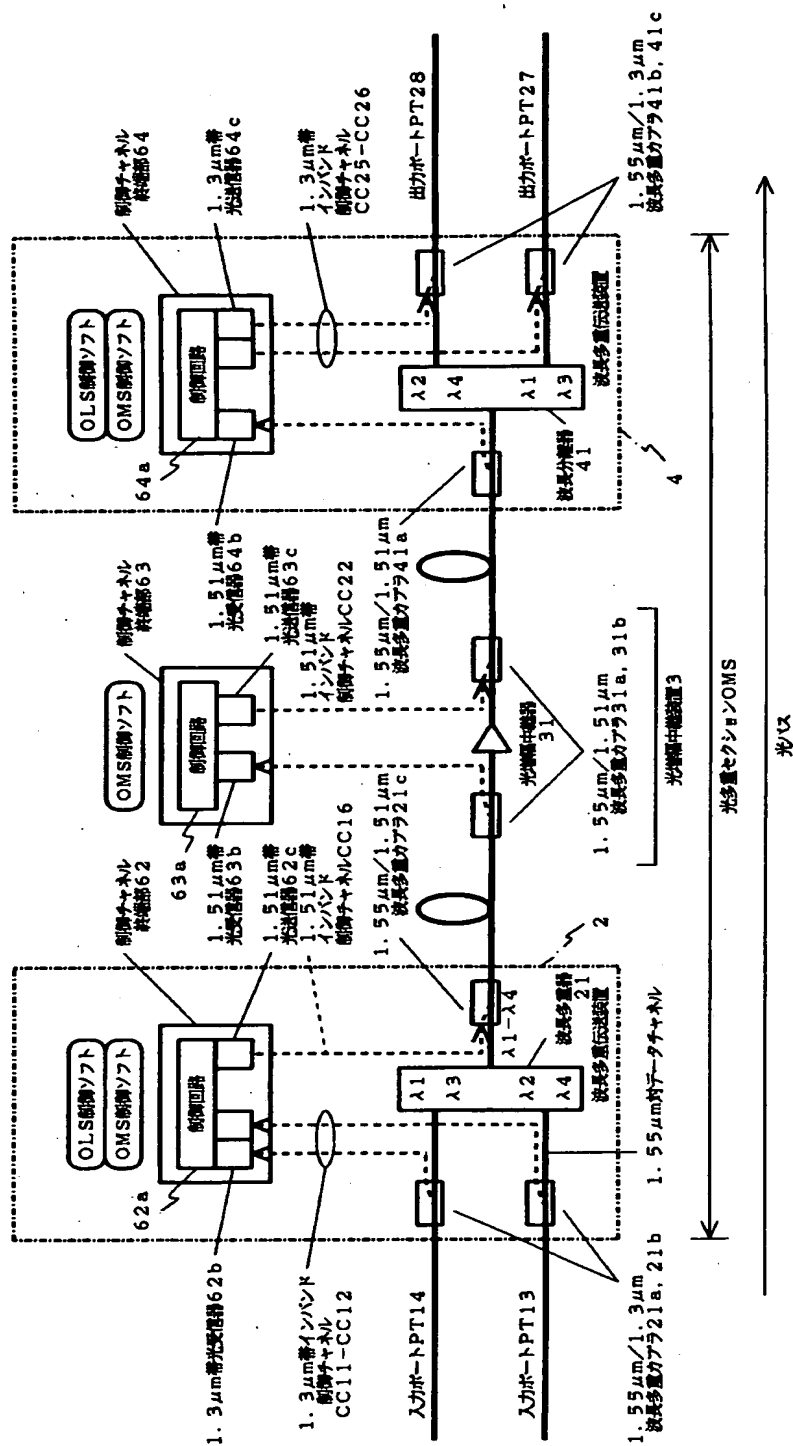
(a) 光スイッチ装置1の出力インタフェースが規定する光リンク属性

属性項目	IF11	IF12	IF13	IF14
出力光スイッチ番号	1	1	1	1
出力IF番号	1	2	3	4
波長	任意	任意	$\lambda 1$	$\lambda 1$
信号速度	任意	任意	1Gbit/s	2.5Gbit/s
信号フォーマット	任意	任意	GEther	SONET

(b) 光スイッチ装置5の入力インタフェースが規定する光リンク属性

属性項目	IF25	IF26	IF27	IF28
入力光スイッチ番号	5	5	5	5
入力IF番号	5	6	7	8
波長	任意	任意	任意	任意
信号速度	任意	任意	2.5Gbit/s	1Gbit/s
信号フォーマット	任意	任意	SONET	GEther

【図 4】



【図 5】

(a) 波長多重伝送装置 2 の入力ポートが規定する光リンク属性

属性項目	PT11	PT12	PT13	PT14
波長	$\lambda 2$	$\lambda 1$	$\lambda 2, \lambda 4$	$\lambda 1, \lambda 3$
信号速度	40Gbit/s以下	40Gbit/s以下	10Gbit/s以下	10Gbit/s以下
信号フォーマット	任意	任意	任意	任意
OMSグループ番号	2	2	1	1

(b) 波長多重伝送装置 4 の出力ポートが規定する光リンク属性

属性項目	PT25	PT26	PT27	PT28
波長	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 1, \lambda 3$	$\lambda 2, \lambda 4$
信号速度	40Gbit/s以下	40Gbit/s以下	10Gbit/s以下	10Gbit/s以下
信号フォーマット	任意	任意	任意	任意
OMSグループ番号	2	2	1	1

【図 6】

光スイッチ装置1→OMSヘインバンド制御チャンネル上を伝送される制御メッセージ

(a) CC11
IF11→PT14
属性項目

出力光スイッチ番号	1
出力IF番号	1
波長	任意
信号速度	任意
信号フォーマット	任意

(b) CC12
IF12→PT13
属性項目

出力光スイッチ番号	1
出力IF番号	2
波長	任意
信号速度	任意
信号フォーマット	任意

(c) CC13
IF13→PT12
属性項目

出力光スイッチ番号	1
出力IF番号	3
波長	$\lambda 1$
信号速度	1Gbit/s
信号フォーマット	GEther

(d) CC14
IF14→PT11
属性項目

出力光スイッチ番号	1
出力IF番号	4
波長	$\lambda 1$
信号速度	2.5Gbit/s
信号フォーマット	SONET

【図 7】

O M S内部でインバンド制御チャンネル上を伝送される制御メッセージ

(a) C C 1 6, 2 2
P T 1 4, 1 3 → P T 2 7, 2 8
属性項目

出力光スイッチ番号	1	1
出力 I F 番号	1	2
波長	$\lambda 1, \lambda 3$	$\lambda 2, \lambda 4$
信号速度	1 0 Gbit/s以下	1 0 Gbit/s以下
信号フォーマット	任意	任意
O M Sグループ番号	1	1

(b) C C 1 5, 2 1
P T 1 2, 1 1 → P T 2 5, 2 6
属性項目

出力光スイッチ番号	1	1
出力 I F 番号	3	4
波長	$\lambda 1$	エ ラ ー
信号速度	1 Gbit/s	2. 5 Gbit/s
信号フォーマット	G E t h e r	S O N E T
O M Sグループ番号	2	2

【図 8】

OMS→光スイッチ装置5ヘインバンド制御チャネル上を伝送される制御メッセージ

(a) CC26
PT27→IF26
属性項目

出力光スイッチ番号	1
出力IF番号	1
波長	$\lambda 1, \lambda 3$
信号速度	10Gbit/s以下
信号フォーマット	任意
OMSグループ番号	1

(b) CC25
PT28→IF25
属性項目

出力光スイッチ番号	1
出力IF番号	2
波長	$\lambda 2, \lambda 4$
信号速度	10Gbit/s以下
信号フォーマット	任意
OMSグループ番号	1

(c) CC28
PT25→IF28
属性項目

出力光スイッチ番号	1
出力IF番号	3
波長	$\lambda 1$
信号速度	1Gbit/s
信号フォーマット	GEther
OMSグループ番号	2

(d) CC27
PT26→IF27
属性項目

出力光スイッチ番号	1
出力IF番号	4
波長	エラー
信号速度	2.5Gbit/s
信号フォーマット	SONET
OMSグループ番号	2

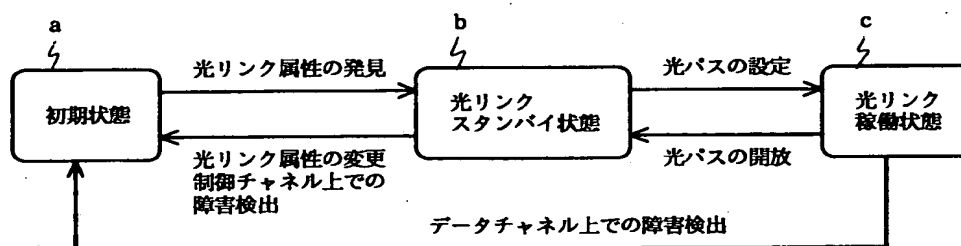
【図 9】

光スイッチ装置5→光スイッチ装置1へアウトバンド制御チャンネル上を伝送される制御メッセージ

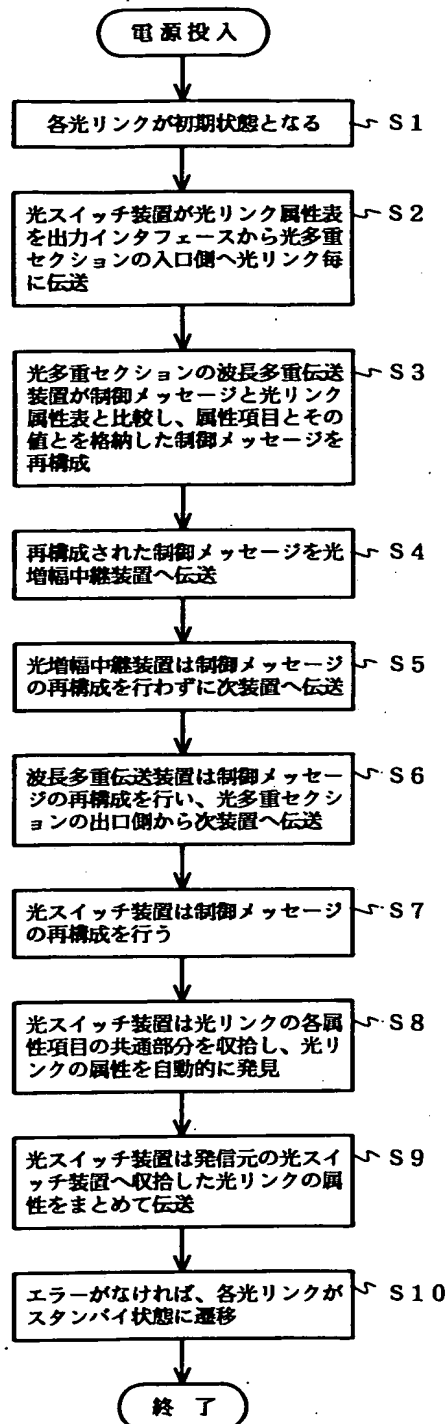
属性項目

出力光スイッチ番号	1	1	1	1
出力IF番号	1	2	3	4
波長	$\lambda 1, \lambda 3$	$\lambda 2, \lambda 4$	$\lambda 1$	エラー
信号速度	10Gbit/s以下	10Gbit/s以下	1Gbit/s	2.5Gbit/s
信号フォーマット	任意	任意	G E t h e r	S O N E T
OMSグループ番号	1	1	2	2
入力光スイッチ番号	5	5	5	5
入力IF番号	6	5	8	7

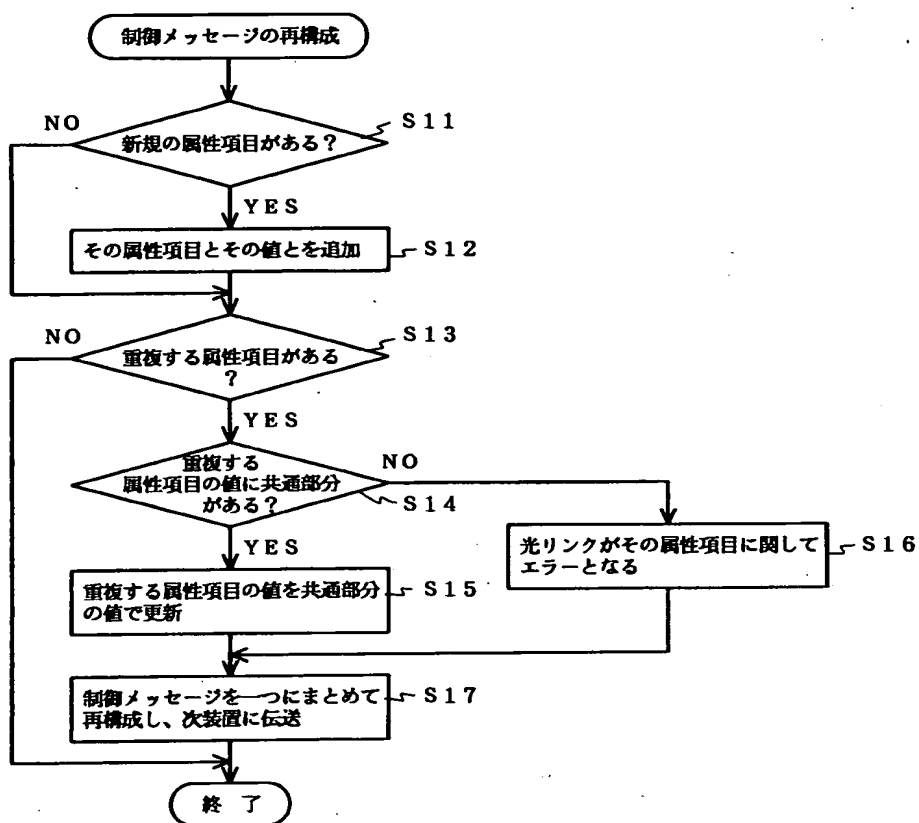
【図 1 0】



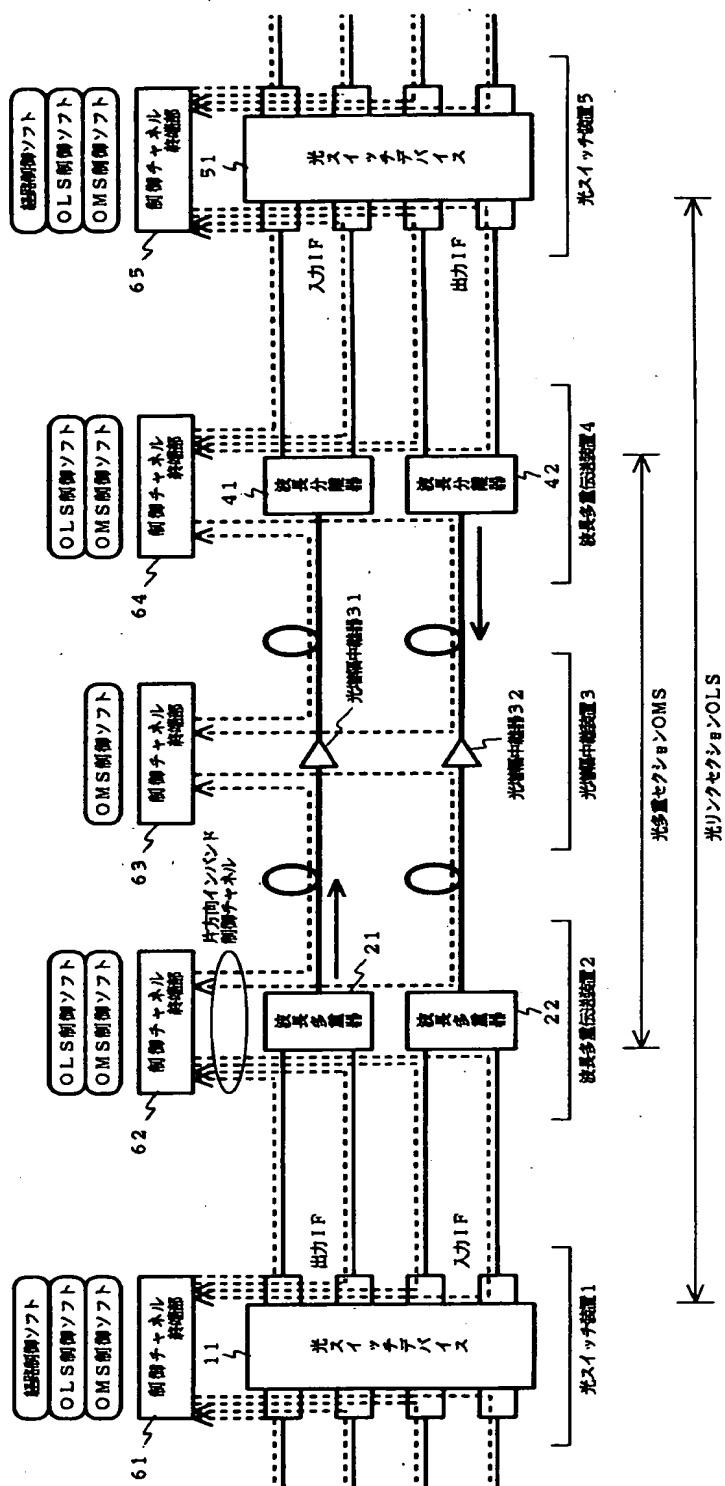
【図 11】



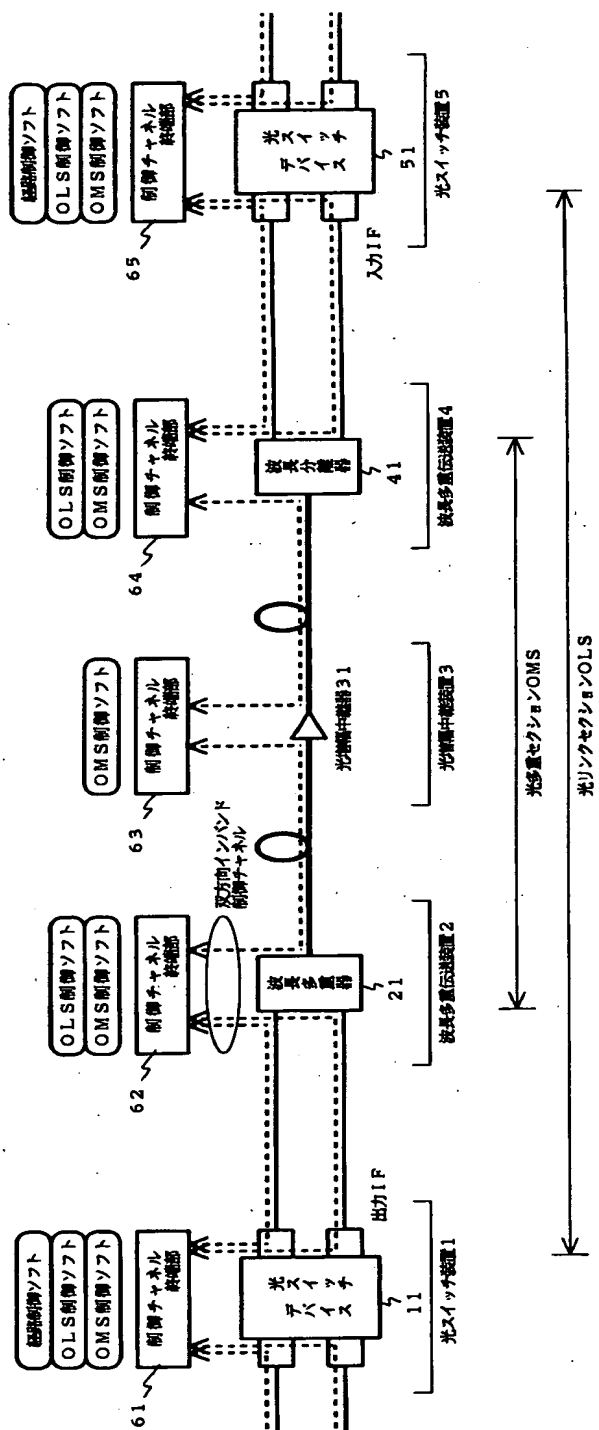
【図 12】



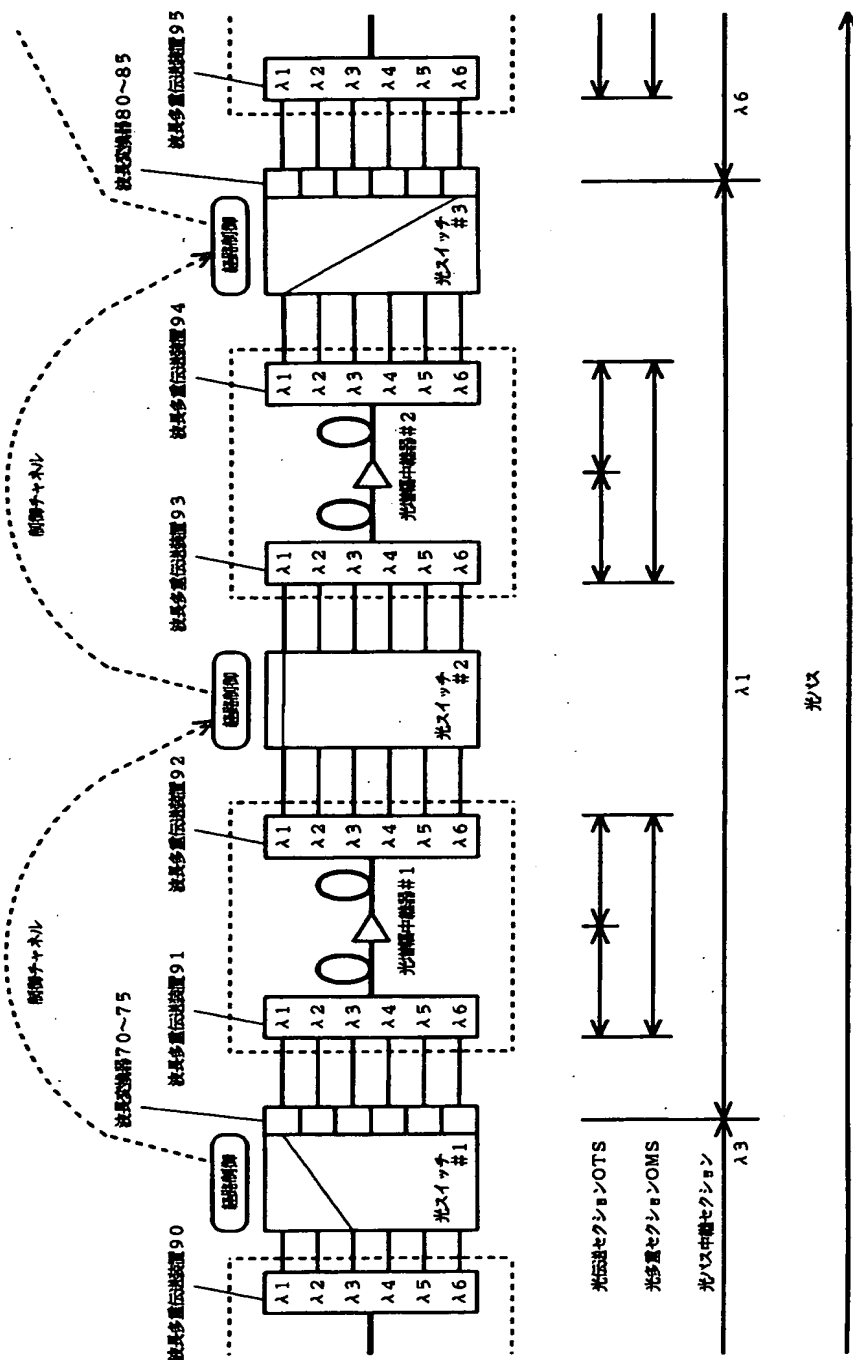
【図13】



【図 14】



【図15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光リンク毎の属性と光スイッチ装置のインタフェース間の相互接続関係とを自律的に発見し、光リンク単位で状態を管理可能な通信ネットワークを提供する。

【解決手段】 光スイッチ装置 1 の出力インタフェース I F 1 1 ～ I F 1 4 から隣接する光スイッチ装置 5 の入力インタフェース I F 2 5 ～ I F 2 8 へ至る光リンクセクションを定義し、光スイッチ装置 1, 5 と光多重セクションとの間に光リンク毎のインバンド制御チャネルを設ける。インバンド制御チャネルは光スイッチ装置 1, 5 のインタフェースが規定する光リンク属性と光多重セクションが規定する光リンク属性とを制御メッセージとして相互に交換する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名 日本電気株式会社